



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2019

Материалы Международной студенческой конференции

Красноярск, 22–26 апреля 2019 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2019



СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY



PROSPECT SVOBODNY – 2019

International Student Conference Proceedings

Krasnoyarsk, April 22–26, 2019

Electronic publication

**Krasnoyarsk
SibFU
2019**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский федеральный университет

ПРОСПЕКТ СВОБОДНЫЙ – 2019

*Материалы XV Международной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной
Международному году Периодической таблицы
химических элементов Д.И. Менделеева*

Красноярск, 22–26 апреля 2019 г.

Электронное издание

Красноярск
СФУ
2019

УДК 001.891(063)
ББК 72.5я431
П827

Ответственный за выпуск Франчук Светлана Константиновна

П827 **Перспектив Свободный – 2019** : материалы XV Междунар. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Красноярск, 22–26 апреля 2019 г. [Электронный ресурс] / отв. за вып. С. К. Франчук. – Электрон. дан. (31 Mb). – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 2167 с. – Систем. требования : РС не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-7638-4196-1

Представлены результаты научной работы студентов и молодых учёных.
Предназначены для студентов различных направлений и специальностей, аспирантов, научных работников и преподавателей.

УДК 001.891(063)
ББК 72.5я431

ISBN 978-5-7638-4196-1

© Сибирский федеральный университет, 2019

Электронное научное издание

Подписано в свет 16.09.2019. Заказ № 9399
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Библиотечно-издательский комплекс
Сибирского федерального университета
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 82а
Тел. (391) 206-26-67; <http://bik.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru

Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation
Siberian Federal University

PROSPECT SVOBODNY – 2019

*Materials of the XV International Conference
students, graduate students and young scientists dedicated
International Year of the Periodic Table
chemical elements D. Mendeleev*

Krasnoyarsk, April 22–26, 2019

Electronic publication

Krasnoyarsk
SibFU
2019

UDC 001.891(063)
LBC 72.5я431
P827

Responsible for edition Svetlana K. Franchuk

P827 **Prospect Svobodny – 2019** : *materials of the XV International Conference students, graduate students and young scientists*. Krasnoyarsk, April 22–26, 2019 [Electronic resource] / edit. S. K. Franchuk. – Electronic data (31 Mb). – Krasnoyarsk : SibFU, 2019. – 2167 p. – Hardware requirements : PC Pentium I or higher ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 or higher.

ISBN 978-5-7638-4196-1

The proceedings include results of research by undergraduate, graduate, postgraduate and PhD students.

The edition is aimed at students of difference specializations, PhD students, scholars and university professors.

UDC 001.891(063)
LBC 72.5я431

ISBN 978-5-7638-4196-1

© Siberian Federal University, 2019

Electronic publication

Signed 16.09.2019. Order 9399

Library and Publishing Center of Siberian Federal University

660041 Krasnoyarsk, Svobodny avenue, 82a
Тел. (391) 206-26-67; <http://bik.sfu-kras.ru>
E-mail: publishing_house@sfu-kras.ru

English for Scientists

PILOT PLANT DESIGN OF BIO-LUBRICANT PRODUCTION FROM PALM OIL MANUFACTURING WASTE

Abdul Rahman*

Scientific supervisor Ayu Halijah

Asst. Professor Dr.

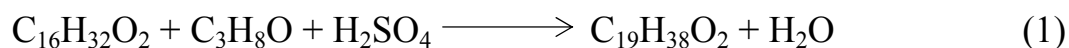
Siberian Federal University

Key word: bio-lubricant, TMP Oleate, isopropyl Palmitate, biomass waste, palm oil waste.

The demand for the bio-lubricants refined from palm oil is in up slope trend around the world, especially after U.S has announced that the drastic price drop in O&G sector mainly due to the lower investments in O&G exploration activities that lead to the fall since mid-2014 according to The Star. And as the global market for bio-lubricants is expected to reach USD 2,601.9 million by 2020, according to a new study by Grand View Research, Inc. The fascinating fact is which about 90 percent of the world's palm oil is produced in Southeast Asia, enlarging the potential market and usability of the alternative.

The use of natural fats and oils by man dates back to antiquity, thus, bio-lubricants are considered to be lubricants that have high biodegradability and low human and environmental toxicity according to research of lab produced product with grade of ISO VG 46 [1] and improved food grade lube of ISO VG 22,32,46, 68, and 100 [2]. Hence, with little works have done to study the plant scale-up for production of bio-lube from palm oil, this research paper is objected to provide method of manufacturing production which as well simulated based on actual data performed which as well include the process control, sizing, economic feasibility, safety, heat recovery and possible future developments.

Utilizing two reaction synthesizes design, esterification of palmitic acid (removed from crude palm oil) and trans-esterification of triolein using TMP (trimethyl propane) to obtain the end outcome of bio-lubricant (isopropyl palmitate and TMP oleate) [3]. The reactions could be demonstrated as below:



The first reaction expressed the production of isopropyl palmitate (saturated bio-lubricant) from palmitic acid react with isopropanol. The second and third reaction illustrate the synthesis of unsaturated bio-lube (TMP oleate) from triolein with biodiesel as intermediate product, while the second reaction using NaOH catalyst,

* © Rahman Abdul, 2019

TMP reacts with biodiesel performed optimum yield without the means of catalyst. Furthermore, the process flowsheet of TMP Oleate is represented in Figure.

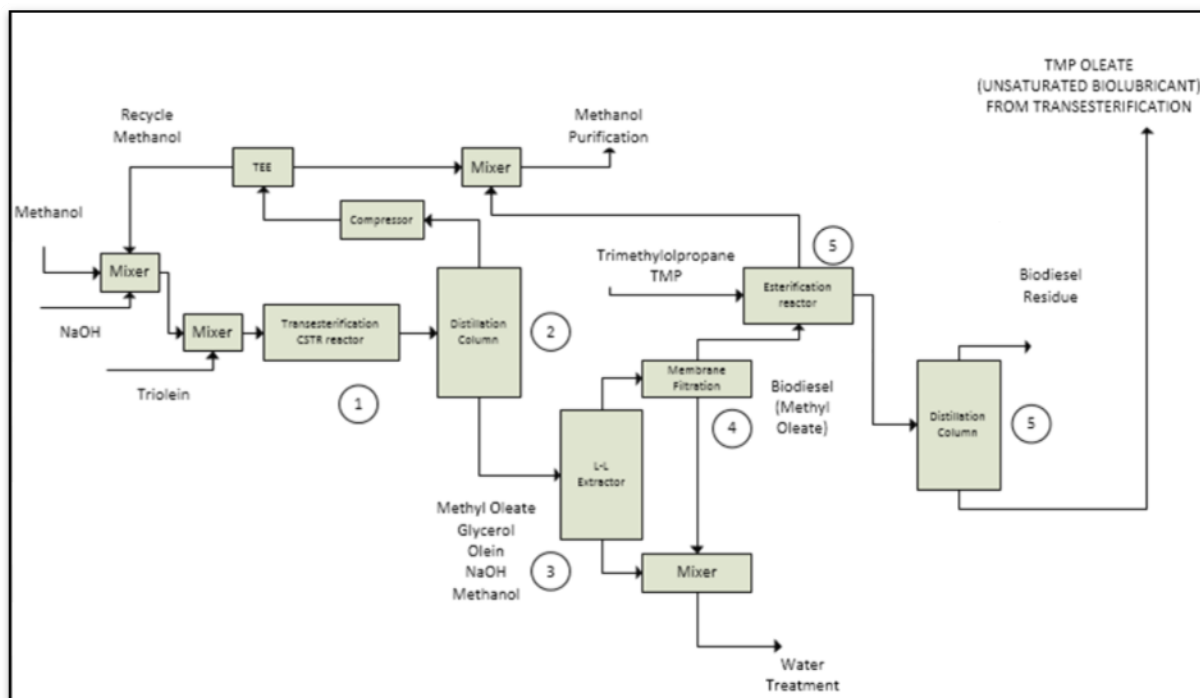


Fig. Schematic process of unsaturated bio-lubricant (TMP Oleate) from triolein

In conclusion, the combination of saturated and unsaturated bio-lubricant offers new dimension in product specification and economically feasible. Indeed, the facts which follows of usage of bio-lube has proven to exceed the performance of mineral lubricant in terms of viscosity, low carbon-forming tendency, stability, oxidation stability, volatility requirement, and response to additives. In addition, the product is green, recyclable, biodegradable, and safe [5]. The future developments shall be carried out using other biomass sources including rapeseed, soya, sunflower seed, and other possible biomass oil manufacturing wastes.

References

1. Yeong S.K. Prospect of palm oil-based as bio-lubricant. Malaysia, 2005.
2. Loh S.K. Enhancement of palm oil refinery waste – Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth. Malaysia, 2013.
3. Siti Z., Luqman A. Batch production of trimethylolpropane ester from palm oil as lubricant base stock. *Journal of Applied Sciences*, 7: 2002–2005.
4. Yunus R., Idris A. Development of optimum synthesis method for transesterification of palm oil methyl esters and trimethylolpropane to environmentally acceptable palm oil-based lubricant. Malaysia, 2003.
5. Siti A., Razmah G. Biodegradability of palm-based lubricant. *J. oil palm res.*, 27:425–432, Malaysia, 2015.

GENERATING FUNCTIONS FOR SOME LATTICE PATHS*

S. Chandragiri[†]

Scientific supervisor E.K. Leinartas
Doctor of Science Phys & Math, Professor

Siberian Federal University

In this paper we prove the identity for generating functions based on which we develop a novel method to compute the number of restricted lattice paths. Our method employs a difference equation with non-constant coefficients. We illustrate this method by counting Dyck paths and other paths.

Let $x, m, \alpha \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$, $P(z) = \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha}$ be a polynomial in $z \in \mathbb{C}^N$. The inequality $0 \leq \alpha \leq m$ means that $0 \leq \alpha_j \leq m_j$ for all $j = 1, \dots, N$. We denote $F_{\alpha}(z) = \sum_{x \geq \alpha} f(x) z^x$ and $\Phi_{\alpha}(z) = F(z) - F_{\alpha}(z)$, where the inequality $x \not\geq \alpha$ means, that for at least one $j_0 = 1, \dots, N$ the inequality $x_{j_0} < \alpha_{j_0}$ holds.

Let δ_j be a shift operator over j^{th} variable: $\delta_j f(x) = f(x_1, \dots, x_{j-1}, x_j + 1, \dots, x_N)$, then $\delta^{\alpha} = \delta_1^{\alpha_1} \circ \dots \circ \delta_n^{\alpha_n}$ and $P(\delta) = \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} \delta^{\alpha}$ be a polynomial difference operator with constant coefficients.

We first derive a general identity for the generating functions. We note that this theorem generalizes the identity for generating functions given in [1] and [3].

Theorem

For any $F(z) \in \mathbb{C}[[z]]$ the identity

$$P(z)F(z) - \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha} \Phi_{m-\alpha}(z) = \sum_{x \geq m} P(\delta^{-1})f(x)z^x \quad (1)$$

holds, where $I = (1, \dots, 1)$.

The identity (1) implies that for any function of initial data $\varphi(x)$, $x \not\geq m$, $x \geq 0$ and any function $g(x)$, $x \geq m$, the equation $P(\delta^{-1})f(x) = g(x)$ has a unique solution $f(x)$ satisfying initial data $f(x) = \varphi(x)$, $x \geq 0$, $x \not\geq m$ (see [2], [3]). If $G(z) = \sum_{x \geq m} g(x)z^x$, then identity (1) gives

$$F(z) = \frac{1}{P(z)} \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha} \Phi_{m-\alpha}(z) + \frac{G(z)}{P(z)}.$$

Let $\Delta = \{e^1, \dots, e^N\}$, where the vector $e^j = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$ contains a unit on the j^{th} place for $j = 1, \dots, N$, we denote $f(x)$ the number of paths from the origin to the point $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$.

* This work of author was financed by the PhD SibFU grant for support of scientific research No. 14.

[†] © Chandragiri S., 2019

Corollary

If $f(x)$ is the number of lattice paths from the origin to $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$ using steps from the set, Δ then its generating function $F(z)$ equals to

$$F(z) = \frac{1}{1-z_1-\dots-z_N}.$$

Dyck paths start at the origin and stay on or above the main diagonal $y = x$ (see [2], [4], [5]) using steps $e_1 = (1,0)$ and $e_2 = (0,1)$. Let $f(x, y)$ denote the number of paths going from $(0,0)$ to (x, y) . The number of paths $f(x, y)$ satisfies the difference equation

$$f(x, y) - f(x - 1, y) - f(x, y - 1) = -\delta_0(x - y - 1)f(x - 1, y), \quad (2)$$

where $\delta_0(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x = 0 \\ 0, & \text{if } x \neq 0 \end{cases}$ is a Kronecker symbol, with the initial data:

$$f(x, 0) = 0, \quad x = 1, 2, \dots, \quad f(0, y) = 1, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Let $F_{11}(t)$ be a diagonal power series of $f(x, y)$:

$$F_{11}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} f(k, k)t^k.$$

Proposition 1

Let $F(z_1, z_2)$ be the generating function of the solution of (2). Then the series $F(z_1, z_2)$ satisfy the following functional equation

$$\begin{aligned} (1 - z_1 - z_2)F(z_1, z_2) - (1 - z_1)F(z_1, 0) - (1 - z_2)F(0, z_2) + F(0, 0) \\ = -z_1 \sum_{k \geq 1} f(k, k)(z_1 z_2)^k. \end{aligned}$$

If the solution of $f(x, y)$ satisfies the initial conditions (3), then we get a diagonal power series

$$\sum_{k=1}^{\infty} f(k, k)t^k = \frac{1-2t-\sqrt{1-4t}}{2t} = t + 2t^2 + 5t^3 + 14t^4 + 42t^5 \dots \quad (4)$$

The coefficients of the series (4) represent the Catalan numbers $f(k, k) = \frac{1}{k-1} \binom{2k}{k}, k \geq 1$.

Consider some generalization of the problem of enumerating lattice paths with steps $(1, 0), (0, 1), (r, r)$ which start at the origin and stay on or above the main diagonal $y = x$.

Let $f(x, y)$ denote the number of paths going from $(0, 0)$ to (x, y) . The number of paths $f(x, y)$ satisfies the difference equation

$$\begin{aligned} f(x, y) - f(x - 1, y) - f(x, y - 1) - f(x - r, y - r) = \\ = -\delta_0(x - y - 1)f(x - 1, y), \end{aligned} \quad (5)$$

with some initial data:

$$f(x, y) = \varphi(x, y), (x, y) \geq (0, 0), (x, y) \neq (r, r). \quad (6)$$

Proposition 2

Let $F(z_1, z_2)$ be the generating function of the solution of (5). Then the series $F(z_1, z_2)$ satisfy the following functional equation

$$(1 - z_1 - z_2 - z_1^r z_2^r)F(z_1, z_2) - \Phi_{r,r}(z_1, z_2) + z_1 \Phi_{r-1,r}(z_1, z_2) + z_2 \Phi_{r,r-1}(z_1, z_2) = -z_1 \sum_{k \geq r} f(k, k)(z_1 z_2)^k.$$

If the solution of $f(x, y)$ satisfies the initial conditions (6), then we get a general formula for the diagonal power series of other paths

$$\frac{1}{z_1} \left((1 - z_1 - z_2) \Phi_{r-1,r-1}(z_1, z_2) + (1 - z_2) \tilde{\Phi}_{r-1,0}(z_1, z_2) \right) = \sum_{k \geq r-1} f(k, k)(t)^k.$$

References

1. Lyapin A.P., Chandragiri S. Generating functions for vector partitions and a basic recurrence relation, *Journal of Difference Equations and Applications*. 2019. (To appear).
2. Bousquet-Mélou M, Petkovšek M. Linear recurrences with constant coefficients: the multivariate case, *Discrete Mathematics*. 2000. Vol. 225. P. 51–75.
3. Leinartas E.K, Lyapin A.P. On the rationality of multidimensional recursive series, *J. Sib. Fed. Univ. Math. Phys.* 2009. Vol. 4. № 2. P. 449–455.
4. Merlini D, Sprugnoli R, Verri M.C. The area determined by under diagonal lattice paths, *Trees in Algebra and Programming – CAAP*. 1996. P. 59–71.
5. Chandragiri S, Leinartas E.K. On generating functions for lattice paths, *ИТ-НОУ*. 2018. № 5. P. 1–4.

LIFE IMPRISONMENT IN RUSSIA

A.D. Filippova, E.A. Karimova*

Scientific adviser M. D. Smetanina

Siberian Federal University

Life imprisonment is the most severe punishment because of the imposed moratorium on the death penalty in the Russian Federation. Today, according to the Federal Penitentiary Service of Russia about 2100 convicts are serving this type of penalty.

The Criminal Code of the Russian Federation has no definition of life imprisonment. Article 57 of the Criminal Code of the Russian Federation contains categories of crimes for which life imprisonment can be prescribed and also restrictions on its administration. In that regard, numerous attempts have been made to give a definition of the term in question. For example, Yu. E. Mazurina and A. S. Mikhlin define life imprisonment as a form of deprivation of liberty [6, c. 4; 7, c. 123]. However, it is impossible to agree with the proposed definition, since Art. 44 of the Criminal Code of the Russian Federation provides for life imprisonment, along with deprivation of liberty for a certain period. It can be inferred from the analysis of the articles of the Criminal Code of the Russian Federation that regulate this type of punishment that life imprisonment is indefinite isolation of a convicted person which is imposed for committing certain categories of crimes and is only applied to a limited number of persons.

In our opinion, it is useful to define life imprisonment just as other types of punishment. Therefore, life imprisonment consists in forcibly isolating a convicted person from the public by placing them in a special-regime correctional colony or prison.

The next problem of enforcement of life sentences is subjects of a crime. The Criminal Code of the Russian Federation prohibits the sentencing of minors, women and men aged over 65 years to life imprisonment [11]. It should be noted that life imprisonment is prescribed for women and minors in some countries, e.g. in the USA. The exceptions are pregnant women, women who have one and more children, persons with mental incapacity [3, c. 42].

However, some scientists believe that life imprisonment should be applied to women. The non-application of the penalty of life imprisonment is contrary to the constitutional principle of equality of citizens before the law and court. This question seems to be controversial nowadays E. G. Azarova thinks that the ban should be maintained because it is connected with protection and legal guarantees of rights [1, c. 22]. K.V. Dyadyun is for excluding the possibility of imposing life imprisonment on pregnant women due to their reproductive functions [4, c. 197, 200]. E. R. Abdrakhmanova and I. S. Savelyev argue for abolition of the ban towards women, since gender reassignment surgery exists and male-to-female transformation is possible [2, c. 31–34].

* © Filippova A.D., Karimova E.A., 2019

The Constitutional Court of the Russian Federation stated in its decision that the ban on imposing life imprisonment on those categories of subjects listed in Art. 57 of the Criminal Code of the Russian Federation is based on the necessity of taking into account social, age-related and physiological characteristics of these persons. It is necessary for more complete and effective solving the tasks of criminal law in a democratic law-governed state [8]. The European Court of Human Rights adheres to a similar position pointing out the absence of discrimination when imposing this ban [10].

Thus, the ban on application of life imprisonment to certain categories of persons is connected with physiological, social and other features of their personalities. The abolition of this ban would violate such basic principles as humanism, justice and prohibition of discrimination that are enshrined in the Criminal Code of the Russian Federation.

Another problem of enforcement of life imprisonment is the possibility of parole from serving a life sentence stated in Art. 50 of the Constitution of the Russian Federation. Among scientists there is a view that parole is not possible for those sentenced to life imprisonment. Some national legislations contain a similar idea including some of the US states. From our point of view, the introduction of the life imprisonment without the possibility of parole would be inexpedient, since the possibility of parole from serving life imprisonment is intended to change the situation of the convict for the better, besides acting as an incentive for them to correct. According to the Criminal Code of the Russian Federation a prisoner sentenced to life imprisonment can ask for parole after serving 25 years.

This term provokes a lot of discussion. E.N. Kazakova [5, c. 43], and other authors find it necessary to reduce the term for applying for parole to 10 years. Moreover, it is thought to be necessary at the international level to review the sentences imposed on persons sentenced to life imprisonment every 8–14 years [9]. In addition, in some countries there are also various terms for parole from serving life imprisonment.

In our opinion, the Criminal Code of the Russian Federation establishes the most favourable term for parole, since it allows a convict to achieve the goal of correction. In addition, the law prescribes other strict conditions under which it is possible to file a petition. To date, the court has not granted a single petition for parole in the Russian Federation. But there are cases of release of persons to whom the death penalty was replaced by life imprisonment due to pardon in connection with the requalification of the act and the appointment of a milder type of punishment. This allowed these persons to be released from prison, due to the discharge of the appointed term. For instance, Anvar Masalimov was sentenced to death for murder but in 1998 he was granted a pardon and capital punishment was replaced by life imprisonment. Masalimov was released from the further serving of punishment in connection with the requalification of his act.

The aforesaid problems are worthy of further consideration, since their solution can have a considerable impact on the persons sentenced to life imprisonment and promote the development of criminal law in general.

References

1. Azarova E.G. Child welfare: theoretical approaches: monograph // Reference legal system "Consultant Plus" [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.
2. Abdrakhmanova E.R., Savel'ev I.S. Gender approach in criminal law of the RF: death penalty and life imprisonment as "male" punishments // Reference legal system "Consultant Plus" [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.
3. Gorbach D.V. Purpose of life imprisonment and conditional release from it in the criminal legislation of foreign countries // Bulletin of the Perm Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia-2013. № 2 (9). C. 41–44.
4. Dyadyun K.V. The sentencing of women in terms of the principles of citizens before the law, humanism and justice // Leningrad Law Journal. 2017. № 2 (48). C. 196–207.
5. Kazakova E.N. Conditionally early release from the scraps of life imprisonment: problems and their solutions // Bulletin of the Vladimir Law Institute / Vladimir Law Institute Federal Service for the Execution of Sentences. Vladimir, 2008. № 3. C. 39–43.
6. Mazurina Yu.E. Criminal punishment in the form of life imprisonment and its object: author. dis. ... cand. legal Sciences: 12.00.08. Ryazan, 2010. 24 p.
7. Mikhlin A.S. Life imprisonment: legal nature, purpose, execution // Penal law. 2006. № 1. 431 p.
8. Determination of the Constitutional Court of the Russian Federation of 12/12/2004 N 466-O "According to the complaint of citizen Gerasimov A.V. on violation of his constitutional rights h.3 Article. 127 of the Penal Code of the Russian Federation, Articles 57 and 59 of the Criminal Code of the Russian Federation and Decree of the President of the Russian Federation of December 7, 1998 on his pardon // Reference legal system "Consultant Plus". [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.
9. On the treatment of persons sentenced to long periods of imprisonment: resolution No. (76) 2 of the Committee of Ministers of the Council of Europe adopted on February 17, 1976 at the 254th meeting of representatives of ministers // Reference legal system "Consultant Plus". [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.
10. Decree of the European Court of Human Rights of 13.05.2014 (case of Khamtokhu and Aksenchik v Russia, application no. 60367/08 and 961/11) // Reference legal system "Consultant Plus" [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.
11. Criminal Code of the Russian Federation: Federal Law of 13.06.1996 no. 63-FZ // Reference legal system "Consultant Plus" [Electronic resource] available at: <http://www.consultant.ru>.

**THE COMPOSITIONAL STRUCTURE OF CINEMA-ANNOUNCEMENT
IN INTERNET SPHERE (ON THE MATERIAL
OF THE ANNOUNCEMENTS TO INDIAN FILMS)**

A.K. Khemka^{1*}

Scientific supervisor S.V. Voloshina¹
PhD (Philology), Associate Professor
Language supervisor Bhaskar Lama²
PhD (English), Assistant Professor

¹*Tomsk State University*
²*University of Hyderabad*

The cinema-announcement is like an important engine of the film industry, because it functions not only as a source of information of the film, but also as its advertisement. It consists of verbal and non-verbal elements. The verbal component includes the text of movie-announcement, whereas the non-verbal component includes posters, photographs, and trailers of the film.

Since cinema-announcement is relatively fixed thematic, compositional, and stylistic type of texts, we consider it as a speech genre. The same parameters of speech genres were distinguished by the founder of the theory of speech genres M.M. Bakhtin [1].

The purpose of this paper is to describe the compositional structure of the speech genre of movie-announcement that functions in the Internet discourse.

For this work we have analyzed 250 cinema-announcements (in Russian language) that are posted on the website indiankino.net.

At this stage of development of linguistic science there are different descriptive models of speech genres, the most famous and universal of which were proposed by T.V. Shmeleva [2], A. Vezhbitskaya [3], N.B. Lebedeva [4]. These models are complemented by researchers with other parameters, in particular, with such a parameter as the “compositional construction of the texts” of the genres under study. In order to describe the speech genre of cinema-announcements in internet communication, we also introduce this parameter into the methodology for analyzing it.

There are not so many studies of cinema-announcements operating in the Internet sphere. The study of cinema-announcements is presented in the works of S.A. Panchenko [5], O.S. Rogaleva [6], V.A. Dmitrieva [7], etc. The relevance of the work ensues from the lack of studies on cinema-announcements in modern linguistics. At the same time, studies of cinema-announcements from the standpoint of the theory of speech genres are not yet represented in Russian linguistics. Therefore, the relevance of the work is determined by the need to study individual speech genres and the development of virtual genre studies, one of the goals of which is to describe the speech genres of the Internet discourse and compare them with the traditional “paper” genres.

* © Khemka A.K., 2019

The communicative goal of the speech genre of cinema-announcements is to give a brief idea of the film and arouse the interest of the viewer in watching it. To achieve this goal the text composition also plays a vital role. We have identified four main compositional elements in the texts under study:

1. The name of the film; 2. Exposition; 3. Short plot of the film; 4. Denouement.

The name of the film is an integral part of cinema-announcements. It exists in every text that we have analyzed, for example, *Тесная связь* (transl. *Close Relation*), *Любовь не знает границ* (transl. *Love Knows No Boundaries*), *Вдохновляющая любовь* (transl. *Inspiring Love*), *В двух словах* (transl. *In Two Words*), etc. The name of the film sometimes contains nationally specific words about the country of the film (for example, anthroponyms), which attract the reader's attention, for example, *Моя прекрасная Бинду* (transl. *My beautiful Bindu*), *Мурза* (orig. *Mirza*), *Дорогой Зиндаги* (orig. *Dear Zindagi*), *Ку и Ка* (orig. *Ki and Ka*), *Йогиня / Джоган* (orig. *Jogin / Joghan*), *Барфи* (orig. *Barfi*), etc.

The name of film, as part of the compositional structure of cinema-announce, plays a very important role for the addressee. In most cases, it gives an initial idea of the type of film, for example, *Вдохновляющая любовь* (transl.: *Inspiring Love*) – from this title we can assume that this is a film about love.

The description of the film in the text of cinema-announcements begins with **exposition**, which may include a variety of information. Analysis of the material has shown that exposition usually includes:

Anthroponymic vocabulary the names of main characters of the film, for example: *главные герои фильма, Дженни и Сурадж, относятся к разным социальным группам* (transl. *the main characters of the film, Jenny and Suraj, belong to different social groups*); *главный герой фильма, парень по имени Шив, встретил красавицу Сайру и влюбился в неё с первого взгляда* (transl. *the main character of the film, a guy named Shiv, met the beautiful Saira and fell in love with her at first sight*);

Toponyms that reveal information about the place where the film takes place, for example: *действие фильма разворачивается где-то на севере Индии* (transl. *the film takes place somewhere in the north of India*); *сюжет фильма перенесёт вас в ОАЭ, где развернётся история любви одного богатого индийца Ананда и ирландки индийского происхождения Нишы* (transl. *the plot of the film takes you to the UAE, where the love story of one rich Indian, Anand, and Irish Indian origin Niša will unfold*); *действие фильма разворачивается в небольшой деревне.* (transl. *the film takes place in a small village..*);

The period of time in which the action of the film takes place, for example, *действия фильма разворачиваются в Бомбее, в 70-е годы* (transl. *the actions of the film take place in Bombay in the 1970s*); *Индия, 30-е годы XX века* (transl. *India, the 30s of the twentieth century*); *Калькута, 1962 год* (transl. *Calcutta, 1962*);

Information about the director of the film, for example, *эта замечательная мелодрама от режиссера Кунала Кохли повествует о трех невероятно интересных историях любви* (transl. *this wonderful melodrama from the director Kunal*

Kohli tells about three incredibly interesting love stories; в этой замечательной мелодраме от режиссера Никхила Адвани, речь пойдет о шесть разных парах (transl. in this wonderful melodrama from director Nikhil Advani, there will be six different couples);

Information about the content of the film, for example, *в этом фильме перед вами развернется невероятная история любви (transl. in this film an incredible love story will unfold before you); перед вами современная интерпретация знаменитой индийской любовной истории (transl. there is a modern interpretation of the famous Indian love story before you); сюжет картины расскажет вам необычную историю любви (transl. the plot of the picture will tell you an unusual love story); сюжет этого фильма погрузит вас в непростую историю безответной любви (transl. the plot of this film will immerse you in a difficult story of unrequited love).*

The short plot of the film is as much an integral part of the movie as the title of the film. It gives a very concise idea of the content of the film. For the disclosure of the plot, mostly verbs are used in the form of past tense or the historical present, for example: *Она долго **планировала** своё будущее, однако череда случайностей целиком и полностью **разрушила** её мечты. Сунайну **изнасиловал** богатый бизнесмен Радж. Конечно же, главная героиня **горит** желанием отомстить своему обидчику. Она **открывает** свой бизнес, становясь конкурентом Раджа. Постепенно ей **удается** захватить практически весь рынок, и компания её обидчика начинает банкротиться (She **planned** her future for a long time, but a series of accidents entirely **destroyed** her dreams. Sunaina **was raped** by a wealthy businessman, Raj. Of course, the main character is eager to take revenge on her abuser. She **starts up** her business, becoming a competitor to Raj. Gradually, she **manages** to capture almost the entire market, and the company of her abuser **begins** to go bankrupt).*

Denouement – in this part there is a contradiction of the plot or an open ending, for example, *смогут ли они построить совместное счастье, несмотря на козни родных? (открытый финал) (transl. can they build a joint happiness, despite the intrigues of their relatives?) (open end); ...Сурадж начал жизнь с чистого листа после продолжительной карьеры на ринге. Дженни много лет назад в результате автокатастрофы потеряла зрение, но она не привыкла сдаваться и всегда старается искать что-то хорошее даже в самых безвыходных ситуациях. Проходит время, и Сурадж узнает, что Дженни может восстановить своё зрение с помощью дорогостоящей операции. Парень собирается сделать всё возможное для того, чтобы вернуть своей любимой возможность видеть свет. Он принимает решение вернуться на ринг и заработать денег именно там. (Противоречие) (transl. ...Suraj started his life with a blank sheet of paper after a longtime career in the ring. Jenny lost her eyesight as a result of a car accident many years ago, but she was not used to giving up and always tries to look for something good even in the most desperate situations. Time passes, and Suraj learns that Jenny can restore her vision with the help of an expensive operation. The guy is going to do everything possible in order to return to his beloved the opportuni-*

ty to see the light. He decides to return to the ring and earn money there (Contradiction).

Thus, cinema-announcement is a speech genre with its own stable composition, content and stylistic means. The perspectives of the study include its detailed description.

References

1. Bakhtin M.M. Problema rechevykh zhanrov // Literaturno-kriticheskiye stat'i. M.: Khud. lit., 1986. P. 428–473.
2. Shmelova T.V. Zhanrovedeniye? Genristika? Genologiya? // Antologiya rechevykh zhanrov: povsednevnyaya kommunikatsiya. M.: Labirint, 2007. P. 62–67.
3. Vezhbitskaya A. Rechevyye zhanry // Zhanry rechi. Saratov: Izd-vo Gos. UNTS Kolledzh, 1997. P. 91–103.
4. Lebedeva N.B. K postroyeniyu zhanrovoy tipologii (na materiale yestestvennoy pis'-mennoy rechi) // Yestestvennaya pis'mennaya russkaya rech': issledovatel'skiy i obrazovatel'-nyy aspekt, ch. II: teoriya i praktika sovremennoy pis'mennoy rechi: materialy konferen-tsii. Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2003. P. 91–99.
5. Panchenko S.A. Struktura kynonansa kak rechevoy tsepy. Lingvistyka. Lingvokul'tu-rolohgiya: zb. nauk. pr. D.: Vyd-vo Dnipropetr. nats. un-tu, 2011. P. 79–86.
6. Rogaleva O.S. Sovremennyy kinoanons kak tip teksta: strukturnoye i yazykovoye oformleniye // Kommunikativnyye issledovaniya. 2015. No. 3 (5). P. 76–86.
7. Dmitriyeva V.A. Effektivnost' yazykovo-stilisticheskikh priyemov v kinoanonsakh // Vestn. MGUP im. I. Fedorova. 2016. No. 2. P. 152–156.

THE MECHANISM OF STRATEGIC CONTROLLING USED IN THE ENTERPRISE COMPETITIVENESS MANAGEMENT

E.S. Kovzunova*

Language Supervisor V.V. Vonog
PhD in Culturology, Associate Professor

Siberian Federal University

The theory and practice of management over the past decade have accumulated and created a lot of tools, concepts and ways aimed at improving the efficiency of the economic systems management. In recent years, one of such popular worldwide management tools used to ensure the growth of management efficiency and competitiveness of the business entity is considered to be strategic controlling.

This tool allows to ensure the formation of an effective enterprise management system, this fact determines the topicality of the article.

Strategic controlling is an integrated control and information system of enterprise management aimed at ensuring the effective functioning and survival of the enterprise in the long term [1].

From a practical point of view, strategic controlling finds the usage in various industries and areas of production. The greatest distribution has a strategic controlling in the engineering industry (30 %), where these businesses use strategic controlling as a tool enabling control and adjustment of the existing cost for the purpose of their minimization.

Due to the analysis of the Krasnoyarsk region, we have made a model of the current state of the region's economy. The materials allow us to conclude that:

- 1 The largest contribution to the budget of the Krasnoyarsk region has been formed by large taxpayers – large enterprises of the region;
- 2 Forty-nine percent of the key activities concerning machine-building products, the dynamics of the activity of enterprises in this industry has been reduced;
- 3 Machine-building industry is an important strategic element of the region in cooperation with mining and manufacturing.

The analysis of the economy trends of the Krasnoyarsk region indicates the presence of existing branches of production that might be a potential for development, including engineering industry. Due to this fact it is possible to assume that the growth of the competitiveness of the machine-building complex of the region is not only possible, but also very important for the further development of both the economy of the region and the country as a whole. Strategic controlling is able to optimize the management model of industrial enterprises, taking into account their specific features.

The practice of successful companies has proved that this is not use of the strategic controlling tools in the enterprise management system that makes it difficult to withstand the struggle with competitors.

* © Kovzunova E.S., 2019

Most of the enterprises of the machine-building complex, use individual elements of the mechanism of strategic controlling partially, without achieving significant results.

We have developed an algorithm to analyze the status and problems by means of the use of the mechanism of strategic controlling in enterprises.

Testing of the proposed algorithm was carried out on the basis of the current management system of Public Corporation «Krasnoyarsk`s Refrigerator Plant» (hereinafter referred to as PC KRP) «Biryusa».

Stage 1 – Monitoring of the current state of PC «KRP «Biryusa», which is based on the assessment of the achieved indicators of strategic and operational development plans of the organization, which are laid on the tape of their planning.

Stage 2 – Assessment of the current position of the company in terms of Strategic Controlling Evaluation System (hereinafter referred to as SCES) (the author`s indicator). The company's indicators are compared with the industry average ones and their deviations from the industry average values are revealed.

Step 3 – On the basis of the results obtained in Step 2 the formation of options for possible adjustments to the company's strategy in order to achieve the highest level of SISC indicators has been revealed. The ranking of the directions of change according to their degree of relevance and importance to the company has been identified.

Step 4 – Collection and evaluation of information for the calculation of SCES indicators in all areas have been identified in Step 3. Calculations have been made on 2 variants of development of events (positive and negative) by means of choosing the best option.

Stage 5 – Formation of specific measures to implement the chosen direction of changes in the company's strategy. Implementation of intermediate control of the selected optimal decision for the purpose of possible adjustment of the direction and return to Step 4.

Stage 6 – Formation of a plan with the terms and a list of responsible persons, if the results of Stage 5 have a positive impact on the company performance.

Step 7 – Assessment of the implemented changes results and comparison of the achieved SISC1 indicators with the industry average.

The author`s method of assessing the enterprise competitiveness by means of new methods and tools of the mechanism of strategic controlling involves the implementation of the following algorithm (stages):

1. Development of the key indicators system the parts of which have been included in SISC.

2. Ranking of indicators by the degree of their influence on the level of the enterprise competitiveness. After identifying the indicators that characterize the level of competitiveness of the enterprise, the definition of the most and least important of them, that is, the ranking of indicators on the degree of importance has been revealed.

3. Quantitative assessment of each indicator at the enterprise.

4. Calculation of the integral indicator of the company's competitiveness.

As noted earlier, the developed mechanism affects various areas of enterprise management. It is a set of techniques aimed at improving the enterprise activities. To assess the effectiveness of the impact of the proposed changes in the mechanism of strategic controlling on the competitiveness of the enterprise, it is necessary to consider each proposed stage specifically in practice. As a result of this analysis, the competitiveness index equal to 0.08 was determined; it refers to the "3 Interval" (Table).

Table

Assessment of competitiveness by the author's method

1 interval	2 interval	3 interval
[1 ;0,686)	[0,686;0,373)	[0,373; 0,059)
High level of competitiveness	Middle level of competitiveness	Low level of competitiveness
h (mar)=0,313		

Therefore, the current strategy of the company does not impact on the performance in the analyzed period effectively. The necessary adjustment of the strategy to minimize the challenges has been identified at the stage of monitoring.

Based on the calculations in these areas, the company proposed the following options for adjusting the situation.

- Development of the program «Exclusive refrigerator»
- Partial implementation of the program named «Import substitution of components of refrigeration equipment».

On the basis of the calculations, the 2nd option turned out to be the most effective. Since the competitiveness index of PHR "KZH "Biryusa" is 0.39, which refers to the "2 Interval". Therefore, due to this option of adjusting the company's strategy these measures have a strategic impact on the competitiveness indicators.

In conclusion we'd like to underline, that this algorithm will allow enterprises to make the current assessment of competitiveness, and further develop measures to improve it. Each activity can be similarly evaluated by means of the proposed model, which will allow the company to choose the most optimal and efficient ways of operating. According to results we developed a system of indicators to assess the level of competitiveness of the enterprise, created an algorithm for assessing the competitiveness of the enterprise as well as assessed the potential level of the enterprise competitiveness.

References

1. Rudychev A.A. Strategic controlling and competitiveness of the enterprise // Humanities, socio-economic and social Sciences. 2015. № 5. Pp. 130–134.
2. Cruiser N.D. Controlling as a tool to ensure the stability of the organization during the crisis // Bulletin of the Research center of corporate law, management and venture investment of Syktyvkar state University. 2014. № 3. P. 140–144.

3. Sheshukova T.G., Gulyaeva E.L. Theory and practice of controlling: studies manual. M.: Finance and statistics; INFRA-M, 2008. 176 p.
4. Kolosovsky N.N. Theory of economic zoning. M.: Thought. 1969. P. 15.
5. Batalov D.A. Methods and tools of operational and strategic controlling // Scientific journal of Kubgau. № 67 (03). 2011.

**RELEVANT PROBLEMS OF SENTENCING
FOR CRIMES AGAINST MILITARY SERVICE UNDER ARTICLE 350
OF THE CRIMINAL CODE OF RUSSIA. MISTAKES
AND COURT PRACTICE**

P.A. Samoylik*

Language Supervisor V.V. Vonog
PhD in Culturology, Associate Professor

Siberian Federal University

Committing a crime by servicemen has a heightened public danger, because it harms not only public relations protected by criminal law, but also undermines the state's defensive ability at specific sites, diminishes the authority, honor and dignity of such an essential social institution as the army.

Despite the significant judicial practice of dealing with cases of military crimes related to the management of special equipment – article 350 of the Criminal Code [1], as well as crimes under articles 264 and 264.1, among military courts when deciding sentences in this category of cases there are significant differences in the formulations used in the operative part of the sentence, indicating the appointment of an additional punishment.

To begin with, the unity of the criminal law and the criminal procedure law legislates the legality, validity and fairness of the sentence [2]. In turn, the legality implies sentencing in accordance with the requirements of the law, based on the correct application of criminal law, while in the deliberation room the court, among other things, resolves the issue of punishment, which should be assigned to the defendant.

Article 350 of the Criminal Code, as well as article 264, establishes the possibility of imposing an additional punishment in the form of deprivation of the right to hold certain positions or engage in certain activities for a specific period.

In spite of the above said, when analyzing the judicial practice in this category of cases, it appears that the substantial number of convictions contains an additional penalty in the form of deprivation of the driver's license for a certain period.

In this case, the courts in the motivation part set forth the following arguments, which form the basis of the decision on deprivation of a driver's license:

- violation of statutory traffic regulations;
- inability to save a driver's license for defendant [3];
- the impossibility of imposing a punishment in the form of deprivation of the right to engage in vehicle management activities, since the defendant is not engaged in such activities on a professional basis; does not hold a corresponding military position, and therefore prohibit him from doing what he does not do – is impossible [4].

The author of this article has a different position on this particular question, which does not provide the possibility of assigning convictions for the specified articles of such type of punishment as deprivation of driver's license.

* © Samoylik P.A., 2019

The first argument in support of the position of the author is the formal rules of the criminal law, defining the general principles of sentencing, namely, its purpose in the form and limits provided for in the article of the special part of the Criminal Code. This eliminates the possibility of incorrect application of criminal law, when type of punishment is chosen, which is not established by the sanctions of the articles under consideration.

The further point is that the above arguments about the impossibility of preserving a driver's license for defendants are not necessary, since this type of punishment as deprivation of the right to engage in vehicle management activities already implies the inability to drive neither vehicles nor military equipment, regardless of whether convicted has driver's license or not.

One more point which is worth mentioning is that indication of the impossibility of appointing the type of punishment provided in article 350 due to the fact that the subject does not hold the relevant position is also not justified. It seems that depriving only a driver's license while resolving criminal cases in the field of military crimes is not an effective form of punishment, since some of the military posts do not imply a driver's license, but are directly related to the management of special transport and military equipment.

For instance, any servicemen on the position of the «senior machine» on the assigned transport is responsible not only for the technical unit assigned to him, but also for those under his command, including the driver.

Finally, the punishment performs preventive functions and will not allow a person, who has already violated the relevant rules of driving and handling equipment, to commit such a crime again.

To sum up, the author suggests that military courts and courts of general jurisdiction, when assigning an additional type of punishment in examining cases of this category, should sentence convictions in a strict accordance with the norms of criminal law and criminal procedure law. Especially, courts need to exclude the use of deprivation of driver's license in order to create a single court practice and to prevent similar mistakes in future.

References

1. Criminal Code of Russia: federal law of 13.06.1996 № 63-FL, ed. of 01.04.2019 // ConsultantPlus. URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Code of Criminal Procedure of Russia: federal law of 18.12.2001 № 174 – FL, ed. of 01.04.2019 // ConsultantPlus. URL: <http://www.consultant.ru>.
3. Appeal decision of North-Caucasian district military court: appeal decision of 09.08.2018 № 22A-309/2018 // ConsultantPlus. URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Appeal decision of North-Caucasian district military court: appeal decision of 01.11.2018 № 22A-441/2018 // ConsultantPlus. URL: <http://www.consultant.ru>.

LEGAL DOCTRINE AS A WAY OF RUSSIAN CIVIL LAW DEVELOPMENT

N.V. Shapran*

Language supervisor V.V. Vonog
PhD in Culturology, Associate Professor

Siberian Federal University

Nowadays as a result of people's activity, the legislation of any country, unfortunately, has some mistakes. According to professor N. I. Matuzov, "there is no absolutely correct, ideal legislation in any country of the world. The law of any country inevitably contains some collisions, spaces and contradictions" [1]. Obviously, the legal regulation seems to be more efficient when the level of such "pollution" is not so high.

Since Soviet times Russian theoreticians of law have strongly believed that spaces in law could be eliminated only by a legislator, while the courts only can fill the spaces by their operative, temporary measures until the legislation would be adopted [2]. But what should lawyers do if the necessity of making changes in law is visible, but legislator ignores it?

In common law jurisdictions, especially in Great Britain and in the USA there is a good way of sorting out this problem – precedents – the principles or rules established in previous legal cases that are binding on the court when deciding subsequent cases with similar issues or facts. Precedents help "clumsy" statutory law in up-to-date regulation. But the significance of the precedent as a rule or principle established in a previous case is decreasing in the long process of making decisions in cases with similar issues or facts. Although the practice of solving such cases is growing, it is correct to talk about the legal doctrine in the meaning of the set of rules which are used by courts as a guideline in making decisions in some categories of cases.

Despite the fact that Russia belongs to civil law jurisdictions, it might be impractical to deny the significance of High court decisions of our country. Moreover, from time to time Russian courts use such phrases as "the doctrine of piercing the corporate veil", "the doctrine of beneficial ownership" and so on in their decisions [3, 4]. And some of these decisions are based on these doctrines which are unknown to Russian law [5]. This fact shows the topicality of the problem of official adoption of these doctrines in Russian legal system.

This article is not aimed at describing these particular doctrines – the invention of common law jurisdictions, that is why we will only give a short review of them and will show the difference.

The main idea of the "piercing the corporate veil" doctrine is the possibility for court to ignore the basic principles of corporate law – the legal identity of a company and the limited liability of company for debts of its shareholders and vice versa – and

* © Shapran N.V., 2019

make the shareholders of a company liable for the debts made by the “arms” of company.

The doctrine of “beneficial ownership” is a construction which refers to anyone who enjoys the benefits of ownership of an asset without being of the record as being the owner. In simple words it is a situation where the legal title of ownership on asset is transferred from beneficiary to a third person called manager, and the manager is making control of the asset and provide beneficiary with the benefits of this control.

These legal doctrines are similar because they help to find out the real owner of an asset. But the difference is that the corporate veil can be pierced by the court forcibly to prevent guilty shareholders from escaping from liability, while the beneficial owner of asset shows his own status in order to get some profit.

There is an example when Russian court tried to use these doctrines and to explain the judgment mostly by them, but failed to understand the difference between them and used the doctrine of “beneficial ownership” when it was necessary to use the “piercing the corporate veil” doctrine [5].

In any case the Russian court’s intention to make a judgment based on the common law doctrines which are unknown in Russian civil law shows the defect of Russian legislation, which leads to the situation when the Supreme Court of Russia has to create new legal arguments – in fact – to fill the spaces in Russian civil law [6].

Some researchers of Russian civil law states that Russian courts should gradually create something which is called “legal doctrine” in American legal system by filling the legal principles with content [7]. This statement is also suitable for the doctrines described above.

In conclusion we’d like to underline that the Supreme Court of Russia sometimes published legal acts that contained the most important problems met by Russian courts and the correct ways of solving such problems. Such acts are called “*Resolutions of Plenum of the Supreme Court*” in Russian and have a significant meaning for lower courts – they are bound by the methods described by the Supreme Court of Russia in such acts.

Also it is important to emphasize that there are some legal concepts made by the Supreme Court of Russia which are similar to the doctrines of “piercing the corporate veil” and “beneficial ownership” – the doctrine of “tax benefit” which is based on the theory of bona fide taxpayer made by the Constitutional Court of Russia. Therefore, according to our point of view, the suggested way of changing Russian civil law seems to be the most appropriate, due to the fact that the courts met the difficult problems “yesterday”, the legislator will change the statutory law “tomorrow” (if he would do it at all), but its necessity is obvious “today”.

References

1. Matuzov N.I. Aktualniye problemy teorii prava. Saratov: SSAJ, 2003. 512 p.
2. Morozova L.A. Teoriya gosudarstva i prava: textbook, 4-th edition. Moscow: Russian legal education, 2010. 384 p.

3. Postanovlenie Arbitrazhnogo suda Dalnevostochnogo okruga ot 11.05.2016 N F03-786/2016 po delu N A51-21076/2009 [Electronic resource] // Reference legal system "ConsultantPlus". Available at: <http://www.consultant.ru>.

4. Opredelenie Verhovnogo suda RF ot 30.01.2017 N 305-KG16-16409 po delu N A40-100700/2015 [Electronic resource] // Reference legal system "ConsultantPlus". Available at: <http://www.consultant.ru>.

5. Reshenie Arbitrazhnogo suda of Moscow ot 05.08.2016 po delu N A-40-104595/14-138-856 [Electronic resource] // Reference legal system "ConsultantPlus". Available at: <http://www.consultant.ru>.

6. Podshivalov T.P. Sootnoshenie doktriny beneficiarnoy sobstvennosti i doktriny snyatia korporativnoy vuali pri osparivanii korporativnyh resheniy // Law and economy. 2017. № 9. P. 51–55.

7. Gadjiev G.A. Konstitutsionniye principy rinochnoy ekonomiki (Razvitie osnov grazhdanskogo prava v resheniyah Konstitutsionnogo Suda Rossiyskoy Federatsii). Moscow: Lawyer, 2004. 384 p.

ART MEDIATION AS A PERSON-BASED INTERPRETATION

K.I. Shimanskaya*

Scientific Supervisor N.P. Koptseva
Doctor of Philosophy, Professor
Language supervisor E.V. Lasutkina
PhD (Cultural Studies), Associate Professor
Siberian Federal University

Art mediation today is a vibrant field. It is small wonder that it possesses both practical and theoretical questions still remaining new and little explored. Thus, there may be different ways of understanding art mediation practice. Is it a modern way of interaction with visitors, powerful mean of communication – in this case, of and with whom? – or a mean of interpretation, search for artworks' meaning? Or should we consider it as a way of learning?

All these approaches have the right to exist, as art interpretation is really a multifaceted phenomenon. However, there is one among them, that seems to us the most important. The aim of our research is to develop understanding of art mediation as a person-based interpretation.

But first of all, what is art mediation and why mediate art?

It all started with the display of contemporary art. It is not a secret, that it often requires explication and mediation in order to be comprehensible to non-specialist audiences. That is how art mediation was given its birth. In Europe, such profession as 'art mediator' appeared about 40 years ago. In Russia, this practice was introduced relatively recently. The first art mediators began to appear in 2014 at the European Biennale of Contemporary Art "Manifesto 10" in St. Petersburg. Today this practice has been adopted by art museum both in metropolitan and provincial cities, among them Yekaterinburg, Nizhny Novgorod, Perm, Tyumen and Krasnoyarsk.

All in all, nowadays three approaches to art mediation could be distinguished. The first one is communicational approach, on which the majority of papers are based. According to it art mediation is a topical participatory practice of interaction with a viewer, and, more than that, of viewers with each other [1].

The second one is educational approach, well examined in foreign literature. According to it art mediation is a part of art institutions' education program, which today is not an additional experience neither for curators, nor for visitors [2].

The last but not the least is interpretative approach. It considers art mediation as 'in-gallery interpretation' [3]. Its aim is to help someone get into a dialogue with art, to reflect and to formulate his or her opinion. It's the key point, what is most important is not communication among viewers or viewer and art institution or art mediator. These are a viewer and an artwork, who should benefit from this dialogue – to understand and to be understood. In this situation art mediator could be compared

* © Shimanskaya K.I., 2019

with glasses or hearing aid – he or she sharpens viewers gaze and mind and helps to articulate their one thoughts and feelings.

To make this reasoning clearer, the work of art mediator can be compared with one's of a guide. Form of communication and establishing relationship, freedom of action and attitude to the institution would be taken into account.

To start with, a guide usually presents us information in a form of a lecture – it is a monologue, well-structured and organized. Art mediator communicates with us in a form of dialogue, which can even develop into quite an argument.

While a guide just gives us facts, art mediator listens to visitors' assumptions and does not reject the guess-work. Questions that art mediator asks visitors and vice versa play here the main role, making the interpretation of an artwork open – unlike close interpretation, given by a guide (the concept of 'open interpretation' will be considered further below).

Usually a guide establishes with art museum visitor ceremonial teacher-student relationship. On the contrary, art mediator is your 'friend from an art museum' [4], art museum visitor art mediator – they communicate with each other as equals.

As for the form of communication a guide has to have a speech prepared in advance. A work of art mediator usually deals with improvisation. It is characterized by person-centred approach. Impressions from and understanding the message of an artwork is highly individual. No two people have the same needs, and art mediator has to bare attention to and change the art interpretation according to visitors' age, gender, profession etc., even current mood.

Finally, a guide has to stick to official position of art institution or curator's vision in his interpretation of the artworks. Art mediator is not confined by direction or exhibition concept, he or she may present multiple views involving the juxtaposition of different interpretations of single objects. Such interpretation can be characterized as multivocal, which, according to Christopher Whitehead, in this way means 'a multiplicity of possible histories, narratives and experiential outcomes, a recognition of uncertainties and of the things that we do not actually know. ... This recognition of uncertainty – like a cartographic recognition of unknowns – allows for the ability to open debate and dialogue with visitors [3].

The last point follows from the previous one: as usual guide is a member of museum staff, and art mediator is a volunteer.

Now we need to broaden understanding of art mediator's individual approach in art interpretation. Here Abigail Housen's Visual Thinking Strategy (VTS) could help us. It predicated on a theory of aesthetic development of viewer's experience of visual art and proposes five stages of its understandings:

1. Stage 1 – Accountive viewer: understanding of an artwork is colored by emotions, driven by senses, memories, and personal associations, that are woven into a narrative.

2. Stage 2 – Constructive viewer: art interpretation is guided by the most logical and accessible tools: own perceptions, knowledge of the natural world, and the values of social and moral.

3. Stage 3 – Classifying viewer: the work of art's meaning and message can be explained and rationalized, if it would be properly categorized (place, school, style, time and provenance).

4. Stage 4 – Interpretive viewer: exploring the work, letting underlying meanings of the work what it symbolizes emerge with the help of both critical skills and feelings.

5. Stage 5 – Re-creative: combine personal contemplation with views that broadly encompass universal concerns [5].

Consequently, we could distinguish five different approaches to art interpretation practice, based on emotions, logic of realistic approach, art classification, symbolization and universal concerns respectively.

In conclusion, we can define art mediation interpretative practices as open, multivocal, unprescribed and highly individualized.

References

1. Malikova D.N. The need for dialogue: a new model of interaction between museums and the public // Culture, personality, society in the modern world: methodology, experience of empirical research. Yekaterinburg, 2015. P. 346–355.

2. Manifesta Art Mediation. URL: <https://manifesta.org/network/manifesta-art-mediation/>

3. Whitehead C. Interpreting art in museums and galleries. London and New York : Routledge, 2012. 216 p.

4. DeSantis K., Housen A. A brief guide to developmental theory and aesthetic development. New York: Visual Understanding in Education, 2001.

5. Listopad D. Friend from an art museum: who are art mediators? // Discours. URL: <https://discours.io/articles/culture/priyatel-kotoryy-zhivet-v-muzee-kto-takie-art-mediatory>.

Honors Students' Interdisciplinary Research

THE EFFECT OF RELIGIOSITY ON DECISION MAKING IN SELF-DRIVING CARS: THE CASE OF “THE ETHICAL KNOB”

Kiana Stephen*

Supervisor: Dr. Beata Jones

Neeley School of Business, Texas Christian University

Introduction

A self-driving car operated by Uber struck and killed a woman in Arizona, in March of 2018. The self-driving car’s technology made the decision to proceed based on the algorithms programmed into it. Someone programmed the algorithms into the self-driving car to decide how the car reacts in an unavoidable accident. For example, if a pedestrian steps into the street in front of a self-driving car, the car does not have time to do anything but stay on course and kill the pedestrian or swerve and kill the passenger in the car. Who gets to make the decision about who lives? There have been several proposed solutions to this question. The government could make the decision and implement a mandatory setting on all self-driving cars; the manufacturers of self-driving cars could decide how their cars react; or some believe that the individuals in the car should decide how the car reacts in an accident. We are yet to get consensus on an issue that so greatly affects the lives of so many.

This research aims to help answer what determines people’s moral perceptions and how these perceptions affect their views on self-driving cars’ ethical dilemmas using “The Ethical Knob.” Specifically, this research studies how people’s religiosity levels affect their moral perceptions of the ethical knob and the ethical knob’s individual settings.

Background Information

Self-driving cars are no longer considered a technology of the future. The industry is growing rapidly and is expected to be worth \$556.67 billion by 2026 (Garsden, 2018). With the massive growth, consumers are starting to understand how the technology could affect their lives and are becoming more apprehensive toward it. Currently, over half of those surveyed said they would never buy a fully-autonomous car, while two years ago, only 30 percent expressed this view (Edelstein, 2018). However, there are many benefits from implementing self-driving cars. Based on current estimates, complete adoption of self-driving cars in the United States would result in \$1.23 trillion savings annually (Ozimek, 2014). These savings would come from lower health-care costs due to reduced accidents, fewer fuel emissions, and time saved for individuals driving to and from work. There are no signs of the growth slowing down soon, so it is imperative that we find a solution to the ethical dilemmas of self-driving cars.

Contissa et al. (2017) proposed “The Ethical Knob” as a solution to the ethical dilemmas of self-driving cars in Italy. The ethical knob would allow the passengers in

* Stephen K., 2019

the self-driving car to select how the car reacted in an unavoidable accident. Passengers would need to select the option before an accident occurred. Contissa et al. originally proposed that the knob should have three distinct settings: Egoist, Impartial/Utilitarian, and Altruist. The Egoist setting meant to save the passenger (me) at all costs; the Impartial setting meant to choose the option that would result in the least harm to the most people; and the Altruist setting meant to save bystanders outside the car at all costs. This research added a Random setting, to choose one of the other three settings randomly with no regard to situation. The ethical knob is a desirable solution because it allows passengers to establish kin altruism. For example, a mother could have her car set to Egoist when her children are in the car and Utilitarian when they are not there, because she cares deeply about saving her children in an accident. In addition, the knob ensures that the consumers are a part of the decision-making process in an accident. Some argue that it would be morally wrong to exclude the passengers from the decision, since the situation and outcome would have a direct implication on them and, therefore, would threaten their moral autonomy (Millar, 2016).

Research Model

This research studies how religiosity levels affect moral perceptions of the ethical knob. Specifically, the study examines how religiosity affects the moral perceptions of the ethical knob settings and the ethical knob in general, as well as how religiosity affects the comfort perceptions of the ethical knob settings, and how it affects the willingness to buy a car with an ethical knob.

Prior studies led the researcher to the formulation of the seven hypotheses below.

- *H1: Higher levels of religiosity will lead consumers to believe the morality of the ethical knob in general is low.*
- *H2: Higher levels of religiosity will lead consumers to believe the Impartial setting is most moral.*
- *H3: Higher levels of religiosity will lead consumers to believe the Altruist setting is more moral than the Egoist setting.*
- *H4: Higher levels of religiosity lead consumers to be least comfortable with the Egoist setting.*
- *H5: Higher levels of religiosity will lead consumers to be most comfortable with the Impartial setting.*
- *H6: Higher levels of religiosity will make consumers less willing to buy a self-driving car with an ethical knob.*
- *H7: Lower levels of religiosity will lead consumers to believe the impartial setting is more moral than the random setting.*

First, many religions have the inaction principle. The inaction principle states that consequences caused by doing something (the action) are worse than consequences caused by inaction (Zamir, 2014). Additionally, many religions have strict moral laws like “thou must not kill.” This means that religious people would be more likely to believe the ethical knob is immoral and would be uncomfortable with it be-

cause it is similar to taking an action on something they find immoral (killing) (H1, H6). In addition, it is likely that people that are more religious would believe the Impartial setting is most similar to not taking an action since the car makes the final decision based on the situation (H2, H5). The Egoist setting is most similar to killing someone which is prohibited in most religions (H3, H4). Lastly, research shows that individuals who do not identify as highly religious are more likely to believe in the utilitarian principle. This means they believe strongly in making the decision that results in the least harm to all and would prefer the Impartial setting, as the Random setting does not take situation into account (H7) (Barak-Corren and Bazerman, 2017).

Research Methods

A 16-question, online survey was distributed to Texas Christian University students and faculty, resulting in 284 responses that could be analyzed. The survey involved seven questions (taken from a previous study) to assess the participants' religiosity levels (Barak-Corren and Bazerman, 2017). General demographic data was also collected. Lastly, the participants responded to a scenario where a pedestrian steps in front of a self-driving car (that the participant is in) that has two options: to swerve and kill the passenger (them) or continue straight and kill the pedestrian. What the car does is based on the ethical knob setting. The participants then rated the morality of the different ethical knob settings as well as their comfort levels associated with the outcomes they cause.

The majority of respondents were white, ages 18-22, had completed 1-2 years of college, and identified as highly religious (56 %). To analyze the data and test the hypotheses, several methods were used. Cronbach's Alpha of .947 confirmed the scale's internal consistency. Simple linear regression models tested for correlations between religiosity and perceived morality/comfort. Two sample t-tests with unequal variances and paired two sample t-tests examined existence of a significant difference in means across the different religious groups.

Results

Some overall trends were uncovered from the study. 76.6 % of respondents believed the Impartial setting was most moral regardless of religiosity level. Along with that, 75.7 % of respondents were most comfortable with the Impartial setting regardless of religiosity level. When looking at the knob's overall morality, respondents were somewhat split. The average rating was 46.5 out of 100. An interesting point is that the average for willingness to buy was 31.6 out of 100. This means that some people thought that the ethical knob in general was moral but they were not willing to buy a car with an ethical knob installed.

In the study, Hypothesis 1 was not confirmed, as there was no correlation between religiosity level and the perceived morality of the ethical knob ($R^2 = 0.0004$). Hypothesis 2 also was not confirmed, as there was no significant difference in means across groups (P -value = 0.335). Hypothesis 7 was not confirmed, although there were significant differences in means across the three religiosity-level groups (low, neutral, and high). Since they were all significantly different, that meant religiosity

likely did not play a role in their moral opinion (P-value = 8.0E-10, 1.1E-10, 7.3E-38, respectively across groups). Hypothesis 4 and 5 were not confirmed as there was no significant difference in means across groups (H4 P-value = 0.299, H5 P-Value = 0.291). Hypothesis 6 was not confirmed, as there was no observed correlation between religiosity and participants' willingness to buy a car with an ethical knob installed ($R^2 = 3E-05$). Hypothesis 3 requires more research. The P-Values for the Neutral and High religiosity groups showed significant differences in means (0.029 and 2.5E-5, respectively), but the Low religiosity group's P-value did not (0.31). When looking at the differences between the ratings given to the Altruist and Egoist settings, the gaps between the ratings appeared to grow as religiosity level grew, indicating a correlation between religiosity levels and the moral preferences. However, since the P-value for the Low religiosity group did not indicate a significant difference in means, more research would be required to confirm it.

Discussion

Based on the previous research regarding moral perceptions of more religious people, it would be assumed that those with higher levels of religiosity would believe the Impartial setting was most moral; however, this was a preference across most respondents. There was no correlation between religiosity level and the moral perceptions of the ethical knob. There was also no correlation between religiosity and the comfort-level perceptions of the ethical knob settings, although one would assume that individuals that are more religious would be most comfortable with the Impartial setting. Overall, a majority of respondents preferred the Impartial setting regardless of religiosity level, which confirmed prior research. However, when asked if they would get in a self-driving car that was programmed this way, they would not. Therefore, this solution will not allow for the full adoption of self-driving cars.

While "The Moral Machine" experiment identified culture as the key factor affecting moral perceptions in self-driving car decision making (Awad et al, 2018), this research, made evident that religion, one aspect of culture, is not the driving factor. It is important that we conduct more research into the various aspects that shape culture: power distance, masculinity index, etc., and how they affect our moral perceptions. If we do not, we will never be able to address the ethical dilemmas of self-driving cars and fully benefit from their adoption into society.

References

1. Awad E., Bonnefon J., Dsouza S., Henrich J., Kim R., Rahwan I., Schulz J., Shariff A. The Moral Machine Experiment // *Nature*. 2018. P. 59–64.
2. Contissa G., Lagioia F., Sartor G.. The Ethical Knob: ethically-customisable automated vehicles and the law // *Artificial Intelligence and Law*. 2017. P. 365–378.
3. Barak-Corren N., Bazerman M. Is saving lives your task or God's? Religiosity, belief in god, and moral judgment // *Judgment and Decision Making*. 2017. P. 280–296.
4. Garsten E. Sharp Growth In Autonomous Car Market Value Predicted But May Be Stalled By Rise in Consumer Fear // *Forbes*. 2018. Retrieved from

<https://www.forbes.com/sites/edgarsten/2018/08/13/sharp-growth-in-autonomous-car-market-value-predicted-but-may-be-stalled-by-rise-in-consumer-fear/#ca1947617c2c>.

5. Millar J. An Ethics Evaluation Tool for Automating Ethical Decision-Making in Robots and Self-Driving Cars // *Applied Artificial Intelligence*. 2016. P. 787–809.

6. Ozimek A. The Massive Economic Benefits of Self-Driving Cars // *Forbes*. 2014. Retrieved from <https://www.forbes.com/sites/modeledbehavior/2014/11/08/the-massive-economic-benefits-of-self-driving-cars/#35fb34233273>.

7. Zamir E. *Law, Psychology, and Morality: The Role of Loss Aversion*. Oxford University Press. 2014.

LEARNING AGENCY AS AN HONORS EDUCATION VALUE

A.A. Sosnovskaya*

Scientific adviser M.V. Tarasova
Candidate of Philosophy, Associate Professor

Siberian Federal University

The goal of this article is to show how learner agency could provide student with “the power to act”. Methods of research – content analysis of books and articles devoted to Honors College education, materials devoted to new methods of teaching and learning, articles and books about personal agency, learner agency, 11 websites of American honors colleges, website of Honors College of Siberian Federal University.

One of the biggest problems students encounter in the higher educational field is loss of motivation, poor development of ‘skills of the 21st century’, low enterprise and initiative, rapidly aging competences, lack of self-determination.

The reality is that modern university graduates become incompetent in a short time after graduating, since the hard skills (specific, teachable abilities that could be defined and measured, such as typing, writing, math, reading, the ability to use software programs, etc. [1]) quickly become obsolete. Today more and more people higher education but do not work in their specialty. This problem is connected with self-determination, or loss of motivation, or, again, with studying obsolete material.

Students are worried about their future, it is obvious. They do care about their education, knowledge and skills they get in their universities. Unfortunately, ordinary students do not have enough ‘power’ to manage their educational proses or they just do not understand the way of managing it.

These problems are connected with the way of teaching in modern universities. Teachers mostly use “old” methods of teaching: Ann Luther in her article “The "Old" Method of Teaching Vs. the "New" Method of Teaching” explains that the “old” one is lecture-based learning, coverage centered teaching and the key word for it is instruction. She writes that the old method is failed to develop higher order, critical thinking in students. On the contrast she calls the new method of teaching as the method of learning [2]. Her ideas are close to the ideas of Jaclyn Stevens, who introduces the term Learner Agency.

Jaclyn Stevens in the article “Learner Agency: Pushing the Boundaries of Educational Possibilities in the Digital Age” even gives special term for personal agency in education: “learner agency is when learners have “the power to act” – when learning involves activity and initiative on the part of the learner themselves, and not just the teacher, curriculum, and/or resources, etc. Consider concepts such as personalization and learn-centric or learner-centered education.” she writes.

Stevens shows the difference between high and low agency. High agency has the following characteristics/values: student centered, student voice, constructivism, active, doing, elective, intent participant, in control [3].

* © Sosnovskaya A.A., 2019

Siberian Federal University is not indifferent to the future of its graduates and offers the educational space where students are able to develop actual skills and could be taught with the “new” methods – the SibFU Honors College (HC) [2]. This project dramatically changes the approach to education. Its main goal is the development of a support system for research and educational activities of talented undergraduates. This project is a part of the National Collegiate Honors Council (NCHC) and based on its ideals and values.

11 websites of honors colleges of different states of America (which are also members of the NCHC) and a website of the SibFU HC were analyzed for values, a list of values of honors education was made, it includes: excellence; integrity; innovation; curiosity; mutual respect and human dignity; diversity and inclusivity; academic freedom; personal accountability and social responsibility; a sense of community; a culture of honesty and trust; civic engagement and service [3–15].

Peter C. Sederberg in the book ‘The Honors College Phenomenon’ examines the reasons for creating honors colleges, their values and educational directions. This survey was held in 2004–2005 and 35 honors colleges gave their responses. According to the survey the “portrait of honors college” is rather heterogeneous but colleges share the same principles and values. They collectively offer a wide variety of opportunities (courses, corporate culture), seem uniquely positioned to foster interdisciplinary degrees, every honors college has current standards for admission, mandatory requirement is a senior thesis or project [16].

The SibFU HC shares the same principles and mostly focuses on the development of soft skills, which are the most actual skills in Russia today [17]. Soft skills are individual competences, communication abilities which significantly affect career development in modern companies. The SibFU HC educational program promotes the development of students' personal qualities and competencies, such as: interpersonal skills; teamwork; ability to negotiate; leadership; critical thinking; ability to generate new knowledge; ability to productively resolve conflicts; developed visual thinking; cognitive flexibility; ability to assess the situation and make decisions; ability to manage their own psychological resources; creativity; ability to self-education; ability to self-development; etc. [18].

However, the most important thing is that the HC develops personal agency - the capacity of individuals to act independently and to make their own free choices. According to the Dictionary of the English language, agency means the condition of being in action; operation [17]. The program of the Honors College aims at turning the student into an active force of education.

Students' awareness of themselves as learner agents gives them the opportunity to influence the process of their education and their future, because a student is a subject and a personal agent that is formed in the educational environment. And already at the undergraduate stage it is important to be a subject of influence. Students gain hard skills offered by the curricular university program and also thanks to the extra-curricular SibFU HC, the students master soft skills and are able to constantly improve themselves, adapt to the changing world and even set the trends of shaping the world.

References

1. Shvetsov D. Programming workout [Electronic resource]. URL: // <https://medium.com/@shvetsovdm/programmers-workout-e5b7310bdb5b> (application date: 02.11.2018).
2. Ann Luther The "Old" Method of Teaching Vs. the "New" Method of Teaching. Journal of Thought Vol. 35. No. 2 (Summer 2000). P. 59–69.
3. Stevens J. Learner Agency: Pushing the Boundaries of Educational Possibilities in the Digital Age [Electronic resource]. URL: // <https://pllc.fi.ncsu.edu/2018/02/22/learner-agency-pushing-the-boundaries-of-educational-possibilities-in-the-digital-age/> (application date: 14.04.2019).
4. Honors College Siberian Federal University [Electronic resource]. URL: // <http://edu.sfu-kras.ru/honors> (application date: 10.04.2019). (In Russ.)
5. Honors College of West Virginia University [Electronic resource]. URL: // <https://www.honors.wvu.edu/about/honors-college-mission-statement-guiding-principles> (application date: 15.04.2019).
6. Honors College of University of Pittsburg [Electronic resource]. URL: // <https://www.honorscollege.pitt.edu/about/mission-values-and-vision> (application date: 15.04.2019).
7. Honors College of University of Kentucky [Electronic resource]. URL: // <http://www.uky.edu/honors/our-mission> (application date: 15.04.2019).
8. Honors College of George Mason University [Electronic resource]. URL: // <https://honorscollege.gmu.edu> (application date: 15.04.2019).
9. Honors College of Utica College [Electronic resource]. URL: // <https://www.utica.edu/academic/opportunities/honors.cfm> (application date: 15.04.2019).
10. Honors College of Kent State University [Electronic resource]. URL: // <http://catalog.kent.edu/colleges/hc/> (application date: 15.04.2019).
11. Honors College of University of Southern Mississippi [Electronic resource]. URL: // <http://catalog.usm.edu/content.php?catoid=10&navoid=635> (application date: 15.04.2019).
12. Honors College of Olin College of Engineering [Electronic resource]. URL: // <http://www.olin.edu/academic-life/student-affairs-resources/student-life/honor-code/> (application date: 15.04.2019).
13. Honors College of Saint Louis University [Electronic resource]. URL: // <https://www.slu.edu/honors/index.php> (application date: 15.04.2019).
14. Honors College of University of Massachusetts Amherst [Electronic resource]. URL: // <https://www.honors.umass.edu/what-honors-umass-amherst> (application date: 15.04.2019).
15. Honors College of Florida State College at Jacksonville [Electronic resource]. URL: // <https://www.fscj.edu/academics/honors-program> (application date: 15.04.2019).
16. Sederberg, Peter C., "The Honors College Phenomenon" (2008). NCHC Monographs Series. Paper 4.

17. Russian employers perception: Do soft-skills matter for the future workforce? [Electronic resource]. URL: // <https://icare.hse.ru/data/2018/10/23/1142383483/Zagorodnova.pdf> (application date: 15.04.2019).
18. Honors College Conference. Krasnoyarsk 2018: International Conference Proceedings. Krasnoyarsk, November 33 – December 01, 2018/ edt. M.V. Tarasova. Krasnoyarsk: SibFU, 2018. – 187 p.
19. The American Heritage Dictionary of the English language. 5th edition by the Editors of the American Heritage Dictionaries. 2016, 2011 by Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company. Published by Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.
20. Clark L., Zubizarreta J. Inspiring Exemplary Teaching and Learning: Perspectives on Teaching Academically Talented College Students. 2008. NCHC Monographs Series. 2.
21. Sosnovskaia A. Stakeholders of the SibFU Honors College project / Honors College Conference. Krasnoyarsk 2018: International Conference Proceedings. Krasnoyarsk, November 30 – December 01, 2018 / edit. M.V. Tarasova. – Krasnoyarsk: SibFU, 2018. – p. 100-104. (In Russ.)
22. Tarasova M.V. Honors College as a new form of organization higher education system in Russia: the experience of Siberian Federal University. Professional education in the modern world. 2018;8(1):1587–1592. (In Russ.)
23. Wolfesberger M.V.C. Teaching for Excellence. Honors Pedagogies revealed. Waxmann, 2012.

АРХИТЕКТУРНОЕ ВИЗУАЛЬНОЕ МЫШЛЕНИЕ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

А.А. Бондарева*

Научный руководитель М.В. Тарасова
кандидат философских наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Актуальность и практическая значимость изучения такой темы обусловлена необходимостью овладения социально-гуманитарными компетенциями XXI в. (soft-skills) для специалистов разных специальностей. Конкурентоспособность работника возрастает, когда он обладает не только основными знаниями, умениями и навыками своей профессии (hard-skills), но и развивает в себе новые компетенции, задающиеся современным ритмом жизни.

Специалист в сфере управления недвижимостью приступает к своей работе в самой продолжительной части жизненного цикла здания – в момент его эксплуатации. Его деятельность направлена на достижение максимальной прибыли от использования объекта недвижимости в интересах собственника. Для этого необходимо обладать знаниями не только своей специальности, но и иметь представления о ценностях, интересах и замысле архитектора-проектировщика здания. Управленец должен видеть в своем объекте не просто помещение с определенными физическими и техническими характеристиками, но и понимать его концепцию.

Цель исследования: через анализ архитектурного комплекса кампуса Сибирского федерального университета выявить значение визуального мышления в управлении университетом как объектом недвижимости.

Для достижения цели исследования необходимо решить следующие задачи: описать и проанализировать схему кампуса СФУ, определить способ согласования функций здания университета и его образовательной миссии и обосновать необходимость владения визуальным мышлением для специалистов, управляющих такими объектами недвижимости, как университеты – организации, реализующие образовательную деятельность.

Продуктивное существование человека подразумевает активную жизнедеятельность в комфортных условиях. Архитектура организует жизнь человека при помощи различных по своей функциональности типов зданий. Архитектура создает благоприятную среду для деятельности человека, организует внутреннее и внешнее пространство. Существует взаимосвязь между функциональным, техническим и эстетическим свойствами всякого объекта недвижимости. Польза, прочность, красота – основные ценности архитектуры. И только коллаборация этих ценностей создает возможность достижения общей цели.

Университет – это высшее учебное заведение, его миссией является создание передовой образовательной, научно-исследовательской и инновационной

* © Бондарева А.А., 2019

инфраструктуры, продвижение новых знаний и технологий, формирование кадрового потенциала – конкурентоспособных специалистов, соответствующих современным интеллектуальным требованиям и отвечающих мировым стандартам. Участники образовательного процесса – преподаватели и студенты. Для их максимально эффективной работы следует создать соответствующую среду, которая будет способствовать учебному процессу, содействовать раскрытию способностей и талантов, побуждать познавательную и творческую деятельность. Для этого необходимо грамотно спроектировать здание, а также применить верные дизайнерские решения.

Градостроительные, объемно-планировочные и дизайнерские решения вместе создают цельный образ, который влияет на восприятие учебного пространства всего университета. Эффективное управление подразумевает стремление к достижению максимально возможного образовательного результата. Этот момент наступает, когда студент развивает в стенах университета soft-skills и hard-skills, приобретает осознанное намерение применять эти компетенции в своей профессиональной деятельности. Этого можно добиться, грамотно управляя университетом: использовать материально-техническую базу университета, создавать пространство для реализации научных и творческих задумок студента. Учебный корпус можно построить так, что это будет простым помещением для занятий, а можно сконструировать университет как храм науки. Что же представляет собой Сибирский федеральный университет?

Местоположение университета играет важную роль в его восприятии. Светлые здания корпусов на возвышенности находятся между природой и городом. Тем не менее кампус на проспекте Свободном не является образовательным оазисом, полностью изолированным от города, поскольку отдельные здания создают связь между городской застройкой и природным пространством.

Строительство кампуса началось в 1970-е гг. с первого корпуса на проспекте Свободном, 79. Это здание определило тенденцию создания корпусов квадратной формы в дальнейшем развитии архитектурного комплекса университета. Квадрат – это правильная фигура, которая символизирует порядок, конструктивность, единство, мудрость и интеллект. Все эти аспекты важны в учебном процессе. Главный архитектурный замысел в «колодцах» – это квадрат. Он задействован не только в архитектуре здания, но и в дизайнерском решении. Пол в главных холлах выполнен в виде мраморных квадратов, объединяющих мелкие частицы – плиты разной формы и размера. Этот же принцип задействован в жизни университета: объединять студентов с разными образовательными запросами и интересами, учебными направлениями, академическими показателями.

Схема кампуса на четвертой площадке СФУ, застроенной преимущественно в 2010-х гг., имеет общий градостроительный замысел. Учебные корпуса построены так, что создают внутренние дворы. Первый – в центре четырех «колодцев», второй заключен между стенами «К» корпуса, самый большой двор образовался после строительства новых корпусов и простирается от стен «А»

корпуса до нового учебного корпуса «Клюв». Территория оформлена малыми архитектурными формами и насаждениями. Внутренний двор – не только функциональный объект, который связывает между собой корпуса, но и эстетический, который создаёт баланс между плотной застройкой и свободным пространством.

При размещении здания на местности всегда учитываются видовые ориентиры. Институт нефти и газа, конгресс-холл, многофункциональный центр имеют окна, выходящие на кластер «Сопка». Горная порода треугольной формы устремлена вверх и символизирует подъем энергии – научная деятельность нуждается в таком подъеме и вдохновении, и организация зрительной связи с восходящими природными формами способствует достижению этой общеобразовательной цели.

Большинство корпусов Сибирского федерального университета связаны переходами. В результате создает не только мобильное, но и открытое учебное пространство. Университет архитектурно подтверждает, что главные научные исследования XXI в. являются междисциплинарными, следовательно, необходимо стирать границы между институтами, гуманитарными и техническими дисциплинами для образования нового научного межпредметного и междисциплинарного пространства. Незастекленные коридоры тоже способствуют открытости, когда студенты старших и младших курсов, разных профилей и направлений могут взаимодействовать между собой – обмениваться физическим и ментальным опытом.

Управление недвижимостью – это целенаправленное организующее воздействие на недвижимость для достижения поставленных целей. В Сибирском федеральном университете выполняется двумя отделами – управлением перспективного и капитального строительства и управлением развития инфраструктуры. Они выступают в роли заказчика и заключают договоры о строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, впоследствии нанимают генерального подрядчика и утверждают проектную документацию, то есть осуществляют сквозной контроль на всех этапах жизненного цикла здания. Направление деятельности данных отделов определяется миссией и целями университета, прописанными в программе развития СФУ и утвержденными Правительством Российской Федерации. Первостепенные задачи, которыми занимаются управленцы, – это «развитие кампуса, ориентированного на повышение привлекательности университета и создание безбарьерной среды»; «повышение конкурентоспособности университета на глобальных рынках и продвижение в мировых рейтингах университетов»; «создание современной инфраструктуры, позволяющей проводить научные исследования и разработки мирового уровня»; «реализация программы энергоэффективности и ресурсосбережения».

Для решения этих задач необходимо заниматься новым строительством и поддержанием в технически исправном состоянии старого. Для создания имиджа университет должен соответствовать архитектурным и дизайнерским тенденциям XXI в. и идти в ногу со временем. При этом обеспечивать комфортные и безопасные условия для реализации образовательной, научной и ин-

новационной деятельности, в том числе для лиц с ограниченными возможностями здоровья. Университет должен способствовать гармоничному развитию личности и удовлетворению ее творческих, культурных, спортивных и оздоровительных потребностей. Работа в комплексе приведет к увеличению количества результатов интеллектуальной деятельности.

Второй уровень управления недвижимостью связан с обеспечением функционирования и развития объектов недвижимости, извлечением из объектов максимальных финансово-экономических и нестоимостных результатов. Эти действия осуществляются в процессе проектирования, строительства, реконструкции, реализации функций управления (планирование, организация, руководство, контроль). Главный архитектор СФУ свидетельствует, что во время проектирования многофункционального центра было принято решение сделать его фасад зеркальной копией Института нефти и газа, а «колодец» Института нефти и газа, прототип первого корпуса, пришлось изменить в процессе проектирования в связи с изменением норм пожарной безопасности. Будущий учебный корпус «Клюв» должен был быть частью многофункционального центра, для этого нужно было произвести частичную вырубку деревьев, а это противоречит задумке о связи университета с природой. Все эти решения принимались для создания единого ансамбля зданий и объединяют в себе работу специалистов в правовой, технической и эстетической отрасли.

Существуют и такие управленческие решения, которые принимаются во время эксплуатации и противоречат изначальному языку здания. При реконструкции корпусов на проспекте Свободном, 79 сквозные окна в холлах через всю высоту здания были перекрыты в связи с перепланировкой и необходимостью ввода дополнительных аудиторий. Окна, которые открывали вид на природу каждому человеку, находящемуся в здании, стали доступны только студентам, занимающимся в этих аудиториях. Ещё один пример находится в корпусе, расположенном на проспекте Свободный, 82а. Протяженный коридор получает естественный свет из небольших атриумов в виде пирамид, а также изначально была спроектирована и построена стеклянная стена в торце здания, которая сейчас отделена перегородкой от основного помещения. Хотя это зонирование необходимо для реализации пункта питания в университете, визуальная закрытость пространств негативно сказывается на образовательно-развивающей деятельности студентов СФУ.

Таким образом, для извлечения максимальных нестоимостных результатов такого объекта недвижимости, как кампус Сибирского федерального университета, необходимо грамотно с точки зрения права, технологии и эстетики организовать пространство для студентов, которое окажет позитивное воздействие на развитие интеллектуальной деятельности субъектов образовательного процесса. Успешный специалист в сфере управления недвижимостью использует знания кодексов РФ, строительной механики и вырабатывает в себе навык визуального мышления, чтобы видеть объект недвижимости полноценно и понимать, как, управляя, эффективно его развивать.

Список литературы

1. Бусов В. И. Управление недвижимостью: теория и практика : учебник для академического бакалавриата. М. : Издательство «Юрайт», 2017. С. 517.
2. Жуковский В. И., Пивоваров Д. В. Интеллектуальная визуализация сущности : учеб. пособие. Красноярск : Красноярский государственный университет, 1999.

**ПРОЕКТ Т.И.Г.Р.: СОЗДАНИЕ ИГРОФИЦИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛИДЕРСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ
У СТУДЕНТОВ SIBFU HONORS COLLEGE**

А.А. Бугаева, П.Н. Григорович, А.А. Сосновская *

Научный руководитель Т.В. Седых
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Проект «Территория интеллектуальных и гуманитарных разработок» (Т.И.Г.Р.) на базе SibFU Honors College – образовательное пространство, в котором студенты самостоятельно проводят игровые встречи, тем самым совершенствуя инструменты ведения игры, которая направлена на развитие лидерских компетенций у студентов с высокими академическими достижениями.

Актуальность разработки проекта характеризуется интересом со стороны студентов SibFU Honors College к созданию и участию в работе отсутствующей на сегодняшний момент некоммерческой площадки для неформального общения студентов SibFU НС, которая бы решала не только развлекательную, но и образовательную функции, в частности, развивала бы лидерские компетенции. Это подтверждают результаты опроса, проведенного авторам данной статьи [1].

Под компетенциями мы понимаем знания, умения, навыки, мотивы и черты характера, которые определяются как необходимые поведенческие показатели для успешного выполнения работы [2]. Ключевыми лидерскими компетенциями для современного человека являются готовность взять на себя ответственность за коллектив; готовность отвечать за коллективный результат даже в случае провала; позитивное отношение к людям; обучаемость, стремление развиваться; умение и готовность вдохновлять; умение слушать и слышать других; готовность и способность учить других; умение организовать других; собственная точка зрения; уверенность в принятии решений; стрессоустойчивость; целеустремленность; отсутствие стремления самоутверждаться за счет других.

Посредством опроса студентов SibFU Honors College были выявлены лидерские компетенции, которые наиболее востребованы: стрессоустойчивость; умение слушать и слышать других; умение организовывать групповую работу; готовность отвечать за коллектив и результат (даже в случае провала); обучаемость, стремление развиваться; готовность взять на себя ответственность за коллектив; целеустремленность [1].

На наш взгляд, развитие лидерских компетенций возможно не только в ходе образовательного процесса, но и в условиях игровой деятельности вне занятий.

Под игрой мы подразумеваем форму деятельности в условных ситуациях, которая направлена на воссоздание и усвоение общественного опыта, фиксиро-

* © Бугаева А.А., Григорович П.Н., Сосновская А.А., 2019

ванного в социально закрепленных способах осуществления предметных действий (например, нормах поведения), в предметах науки и культуры.

Виды игр, которые будут проводиться в образовательном пространстве:

- творческие (сюжетно-ролевые, тетатрализации, режиссерские игры и т. д.);
- интеллектуальные (квесты, викторины и т. д.);
- деловые (имитационно-моделирующие, имитационные и т. д.);
- психологические (коучинговые, трансформационные и т. д.).

В структуре «Т.И.Г.Р.» подразумевается введение двух форматов:

• «Т.И.Г.Р.-light»: встречи, на которых участники формируют отдельные элементы или отдельные лидерские компетенции в ходе игры в настольные игры, неформального общения, узнавая новое и совершенствуя коммуникативные навыки, навыки по принятию решений;

• «Т.И.Г.Р.-hard»: проведение игровых сессий, направленных на комплексное развитие лидерских компетенций в ходе проведения деловых и психологических игр.

Более того, в декабре 2018 г. была проведена неформальная (пилотная) встреча «Т.И.Г.Р.-light» для студентов, которые проявили инициативу – участвовать в проекте уже сейчас, на стадии разработки.

Игры, которые будут применяться для развития лидерской компетенции – лидерство через командообразование

Оценив запрос, коллективно было принято решение на первой стадии проекта акцентировать внимание на умении работать в команде, в частности, на умении слушать и слышать, организовывать других, брать на себя ответственность.

Мы будем использовать различного типа игры, которые базируются на определенных и общих принципах, позволяя раскрыть и проработать наиболее актуальную компетенцию, для нас важно организовать групповое взаимодействие.

Для развития лидерства у студентов SibFU Honors College будет создана игрофицированная система. Изначально термин игрофикация – это применение игрового мышления и игровых элементов в неигровых контекстах [3]. Однако сегодня она используется также и в игровых процессах. Игрофикация – введение в какой-либо процесс дополнительных игровых правил. При этом обязательно должны соблюдаться три условия:

- 1) должно быть весело, игра должна увлекать игроков;
- 2) непосредственная, неразрывная связь с реальностью;
- 3) добровольность.

По сути, игрофикация – своего рода надстройка над реальным миром [4]. Таким образом, не выпадая из реальности, а наоборот, усложняя ее, нагружая игровыми элементами, мы будем прорабатывать лидерские компетенции максимально системно, вдумчиво, обращаясь к актуальным для студентов поведенческим моделям таким образом, чтобы результат, полученный в процессе игры, был долгосрочным.

Список литературы

1. Иванова Л. С., Сосновская А. А. Проект Т.И.Г.Р.: использование игровых технологий при формировании лидерских компетенций у студентов SibFU Honors College» // Honors College Conference. Krasnoyarsk 2018 : материалы I Междунар. конф. Красноярск, 30 ноября – 1 декабря 2018 г. / под ред. М. В. Тарасовой. Красноярск : СФУ, 2018. С. 113–118.
2. Словарь поведенческих компетенций, Киев, 2016. URL: http://www.hivreforminaction.org/wp-content/uploads/2016/07/Competency-Dictionary_RUS_HIVRiA.pdf (дата последнего обращения 10.04.2019).
3. Вербих К. Инструменты геймификации. URL: https://www.mann-ivanov-ferber.ru/assets/files/bookparts/igrajte-i-pobezhdajte/Vovlekai_mail_stamped.pdf (дата последнего обращения 15.04.2019).
4. Игрофикация. Введение // Stepik . URL: <https://stepik.org/course/42/syllabus> (дата последнего обращения 17.04.2018).
5. Седых Т. В. Использование игровых технологий в образовательном пространстве SibFU Honors College // Honors College Conference. Krasnoyarsk 2018: материалы I Междунар. конф. Красноярск, 30 ноября – 1 декабря 2018 г. / под ред. М. В. Тарасовой. Красноярск : СФУ, 2018. С. 107–112.

**Научные исследования
и технологические стартапы
в контексте НТИ**

ПРОЦЕССНЫЙ ПОДХОД В АНАЛИЗЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ПРОЦЕССЫ РЕГИСТРАЦИИ ДОГОВОРОВ ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ

В.С. Ботуров*

Научный руководитель А.В. Вершков
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Вокруг технологии блокчейн уже несколько лет ведутся споры, одни считают блокчейн прорывной технологией, способной перевести человечество на новую ступень технологического развития, другие же относятся к блокчейну скептически, считая его нереалистичной технологией, не способной на успех.

Ажиотаж вокруг блокчейна не утихает, из-за чего большое количество компаний проявляют интерес к его внедрению внутри своих фирм с целью кардинального улучшения производственных процессов и получения высокой прибыли, конкурентных преимуществ. Главной проблемой таких компаний является то, что не все из них понимают принципы блокчейна и сферы, в которой он наиболее эффективен, и потому становятся заложниками трендовых технологий и впустую тратят большое количество средств на ненужные для них инновации [1].

Одним из способов разобраться в вопросе эффективности внедрения какой-либо технологии, включая и блокчейн, может служить процессный подход, основанный на стандартах ISO серии 9000 [2]. С помощью процессного подхода можно детально рассмотреть все протекающие внутри компании процессы и их взаимосвязь, после чего, отыскав слабые места и точки соприкосновения с внедряемой технологией, появляется возможность смоделировать новую версию происходящих внутри компании процессов, а также выяснить различные виды эффектов от внедрения технологии.

В 2017 г. правительством Российской Федерации была принята федеральная программа «Цифровая Экономика 2024» [3], целью которой является внедрение и развитие инфраструктуры цифровых технологий во всех сферах российского общества, как государственных, так и социальных. Популярность блокчейна не обошла стороной российское правительство, и в программе «Цифровая экономика 2024» блокчейн значится одним из приоритетных направлений, поэтому в ближайшее время будут организовываться проекты его внедрения в различных сферах.

Первым из таких проектов является анонсированный Росреестром проект внедрения блокчейна в сферу сделок с недвижимостью, в настоящий момент не известно насколько будет эффективен этот проект и оправдает ли он надежд, но применяя процессный подход, появляется возможность проанализировать целесообразность данного проекта [4].

* © Ботуров В.С., 2019

При анализе внедрения технологии блокчейн и умных контрактов [5] в процессы регистрации договоров долевого имущества, используя методологию процессного подхода, были выполнены следующие задачи [6]:

- с помощью процессного подхода, в частности методологии IDEF0 [2], смоделирован и проанализирован процесс регистрации договоров долевого строительства, а также выявлены его проблемные места;
- на основе проведенного анализа и выявленных проблем процесса регистрации договоров долевого строительства предложена концепция использования технологии блокчейн в рассматриваемом процессе, смоделированная и описанная с применением процессного подхода;
- рассчитаны показатели эффективности внедрения технологии блокчейн в процесс регистрации договоров долевого строительства.

Анализ нынешнего состояния процесса регистрации договоров долевого строительства показал, его основная проблема в том, что из-за частых случаев мошенничества в сфере долевого строительства и для повышения прозрачности и безопасности процесс регистрации осуществляется между двумя организациями – Росреестр и АИЖК. Главные нормативно-правовые акты, регулирующие выполнение процесса регистрации, а также внутренние правила организаций требуют строгой формы ведения отчетности о ходе процесса регистрации и особой формы предоставления информации между организациями, что приводит к тому, что информационные потоки не протекают свободно между организациями, а некоторые звенья процесса регистрации дублируются, повышая длительность и трудозатраты на регистрацию ДДУ [6, с. 28–39].

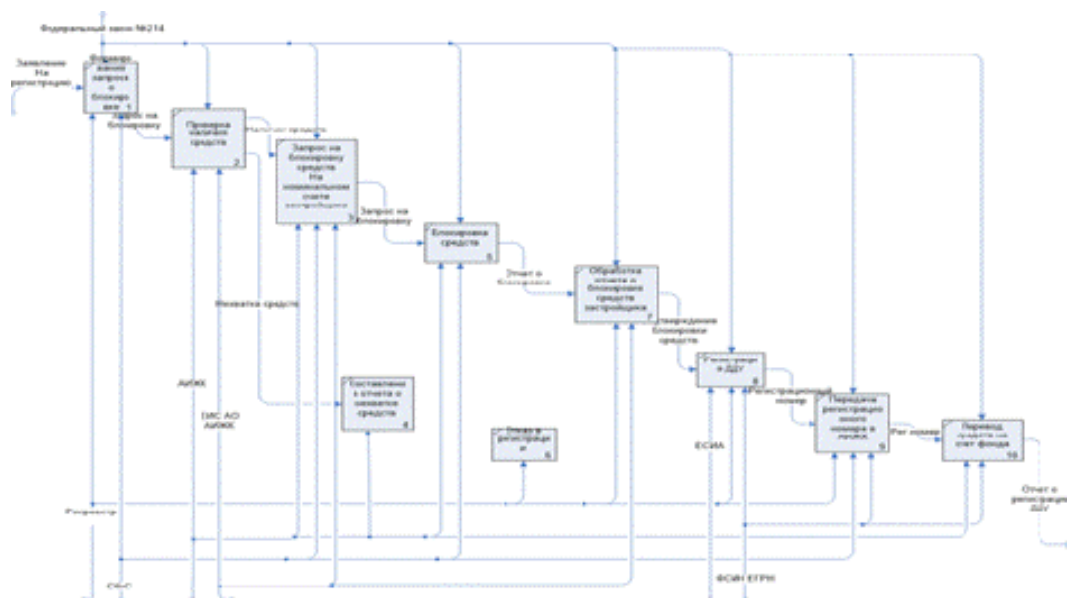


Рис. 1. Процесс регистрации договора долевого строительства

Внедрение технологии блокчейн в процесс регистрации договоров долевого строительства позволит упростить форму ведения отчетности и ускорит процессы обмена информацией между организациями, а использование технологии умных контрактов даст возможность автоматизировать многие звенья

процесса регистрации. Такие изменения позволят создать реестр данных на основе технологии блокчейн, хранящий информацию как о ходе процесса регистрации, так и зарегистрированные договоры и свидетельства собственности. Благодаря особенностям блокчейна, данные, занесенные в такой реестр, будут надежно защищены и их будет невозможно изменить. Помимо этого, прозрачность процесса регистрации значительно повысится, что снизит риски человеческих ошибок и фальсификаций [6, с. 44–47].

Помимо качественных эффектов от внедрения блокчейна, за счет автоматизации некоторых звеньев процесса регистрации снизится длительность (в среднем с 11 до 5 дней), что приведет к снижению операционных затрат оценочно на 107,3 млн руб. в год. Инвестиционные затраты на создание и внедрение необходимой системы, основываясь на оценке стоимости по аналогам, составят 68,9 млн руб. В случае сохранения нынешней ситуации на рынках недвижимости и долевого строительства в ближайшие три года финансовый эффект за счет сокращения операционных затрат составит 208,9 млн руб. [6, с. 48–58].

Следует учитывать, что возможности блокчейна и умных контрактов могут быть использованы не только в процессе регистрации договоров долевого строительства, но и в процессах купли-продажи недвижимости, передачи собственности и многих других, выполняемых Росреестром, а потому предложенную блокчейн-систему можно использовать и в других схожих процессах, а значит ее эффективность может быть значительно больше полученных значений.

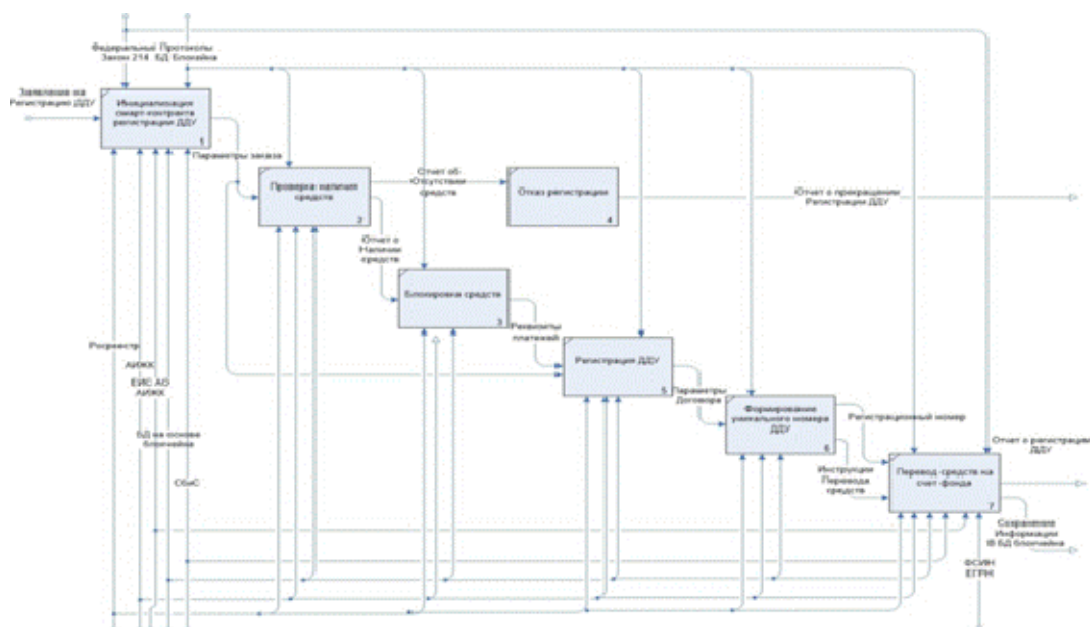


Рис. 2. Процесс регистрации договора долевого строительства с использованием блокчейн-технологии

Список литературы

1. Свон М. Блокчейн. Схема новой экономики. М. : «Олимп Бизнес», 2016. 240 с.
2. Калянов Г. Н. Теория и практика реорганизации бизнес-процессов. М. : «СИНТЕГ», 2003. 212 с.
3. Федеральная программа «Цифровая экономика 2024» [Электронный ресурс] // АНО «ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА». URL: <https://data-economy.ru>.
4. Что такое Росреестр и чем он занимается [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании Росреестр. URL: <https://rosreestr.ru/site/press/news/что-такое-rosreestr-i-chem-on-zanimaetsya/?contrast=N>.
5. Сабо Н. Умные контракты (Четвертая революция стоимости) [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании ООО «КОМПЬЮТЕРРА». URL: <http://old.computerra.ru/1998/266/194332>.
6. Ботуров В. С. Организация блокчейн-технологии в сфере недвижимости: выпускная квалификационная работа. Красноярск : СФУ, 2019. 62 с.

КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ КОАГУЛОМЕТРА И РАЗРАБОТКА ТЕСТ-ПОЛОСОК

Ю.С. Глазунова*

Научный руководитель А.К. Москалев
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

В России ежегодно венозный тромбоз возникает у 240 000 человек, а у 100 000 из них развивается ТЭЛА (тромбоэболия легочной артерии). Ежегодно от этого заболевания гибнут 23 000 россиян. В Красноярске этой болезнью страдает примерно 1 100 человек. С целью предотвращения осложнений при заболевании проводится анализ для определения времени свертываемости крови с помощью устройства для измерения – коагулометра [1].

На российском рынке существуют только две компании, которые занимаются производством и продажей коагулометров [2]:

- CoaguChek XS (компания Roche Diagnostics, Германия) [3];
- qLabs Electrometer (компания Micropoint Bioscience, Китай) [4].

Устройства измеряют агрегационные свойства тромбоцитов и определяют показатель нормализованного международного отношения.

Сравнение характеристик конкурентов представлено в таблице.

Таблица

Сравнение характеристик коагулометров

Фирма	Погрешность измерения	Диапазон измерения МНО	Диапазон протромбинированного времени	Время исследования	Объем памяти	Цена прибора	Цена полоски
Coagu-Chek XS	4,5 %	0,8–8,0	9,6–90 с	Не более 60 с	300 измерений	30–40 тыс. руб.	310 руб.
qLabs Electrometer	Не более 5 %	0,5–7,5	5–90 с	Не более 120 с	200 измерений	20 тыс. руб.	220 руб.

Главная проблема конкурентов заключается в их высокой стоимости и дороговизне в эксплуатации. Планируется создать прибор, отличительной особенностью которого будет меньшая цена, а также будет добавлен термopодогpев для повышения точности измерения показателя гомеостаза крови. Для того чтобы погрешность измерения была минимальной, нужно обеспечить термостатирование при температуре 37 °С. На данный момент ни у одного известного аналога термостатирование не предусматривается в конструкции либо обеспе-

* © Глазунова Ю.С., 2019

чивается приемной частью коагулометра, что сказывается на усложнении конструкции и снижает надежность прибора.

В рамках проекта подана патентная заявка на полезную модель. Технический результат достигается за счет введения резистивного нагревателя и датчика температуры, расположенных на обратной стороне основания микрофлюидного чипа, для определения гомеостаза, покрытых сверху защитным слоем. Добавление резистивного нагревателя обеспечит воспроизводимость температурных условий проведения исследований, тем самым упростив конструкцию анализатора и делая прибор дешевле [5].

Чтобы получить прибыль от реализации разработки, необходимо выбрать один из способов коммерциализации [6]:

- самостоятельное использование (организация собственного производства, вывод товара на рынок);
- переуступка части прав на инновацию (продажа лицензии на использование патента);
- передача всех прав на инновацию (продажа патента).

Достоинство первого способа в том, что ниша на медицинские аппараты в России не загружена и можно продвигать новый продукт, пытаясь занять свое место на рынке. Спрос на коагулометры имеется из-за высокой стоимости продукта у конкурентов и дороговизны его использования. В этом способе коммерциализации правами на инновацию может пользоваться только компания, контролируя все процессы предприятия и производства самостоятельно. В то же время это высокий риск. Срок окупаемости составит большой срок, так как сразу прибыли не будет, а на реализацию производства потребуются большие денежные ресурсы. Чтобы определить конечную стоимость продукта для продажи понадобится измерить себестоимость коагулометра. Она складывается из оборудования, которое требуется для производства, помещения и из числа людей, работающих в команде.

Второй способ уменьшает риски и не предполагает вложения большой суммы, напротив, гарантирует самую быструю, из всех методов, окупаемость.

Полная передача прав на инновацию снижает риски потерять деньги, а также продажа патента не требует дополнительных затрат.

Выбирая, какой метод будет наиболее актуален в случае разработки аппарата и тест-полосок, можно остановиться на самостоятельном использовании. Если учесть все риски и обратиться за помощью к инвестору, то самостоятельное производство принесет наибольший доход, так как спрос на товар в российском рынке имеется.

Список литературы

1. Бокарев И. Н., Люсов В. А., Кириенко А. И., Попова Л. В., Яковлев В. Б., Тарахутин Е. О. Венозные тромбозы и тромбоэмболия легочных артерий // Российский кардиологический журнал. 2011. № 4. С. 90.
2. Аксютин Н. В., Шульман В. А., Зограф Ф. Г., Мордовский В. С., Маринушкин П. С., Гавриленко М. И., Кусаев В. В., Кононов Е. Н., Петров С. С.,

Семенов Э. В., Князева И. С. Начальный этап тестирования разрабатываемого аппарата для определения международного нормализованного отношения // В мире научных открытий. 2018. № 5. С. 47–61.

3. Портативный анализатор гомеостаза Коагучек. URL: <https://www.diacheck.ru/product/portativnyi-analizator-gemostaza-koaguchek-coaguchek-xs>.

4. Экспресс коагулометр протромбинового времени МНО. URL: <http://www.diapark.ru/qlabs.html>.

5. Патентная заявка.

6. Монастырный Е. А., Грик Я. Н. Ресурсный подход к построению бизнес-процессов и коммерциализации разработок // Инновации. 2004. № 7. С. 85–87.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОСЕТИ РАСПОЗНОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Т.А. Израйлева*

Научный руководитель А.В. Крехова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящее время внедрение искусственных нейронных сетей (далее – нейросети) в повседневной жизни и производстве является сложной и перспективной задачей для современного общества. Нейросети (рис. 1) применяются в управлении, кластеризации, прогнозировании, аппроксимации, сжатии и анализе данных, оптимизации, в принятии решений трудноформализуемых задач. Самое широкое применение нейронные сети нашли в распознавании образов. Распознавание образов – это отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных [1]. Для распознавания используются сверточные нейронные сети (англ. convolutional neural network – далее CNN). Сверточная нейронная сеть распознает речь, лица, автомобильные номера, изображения (рис. 2).

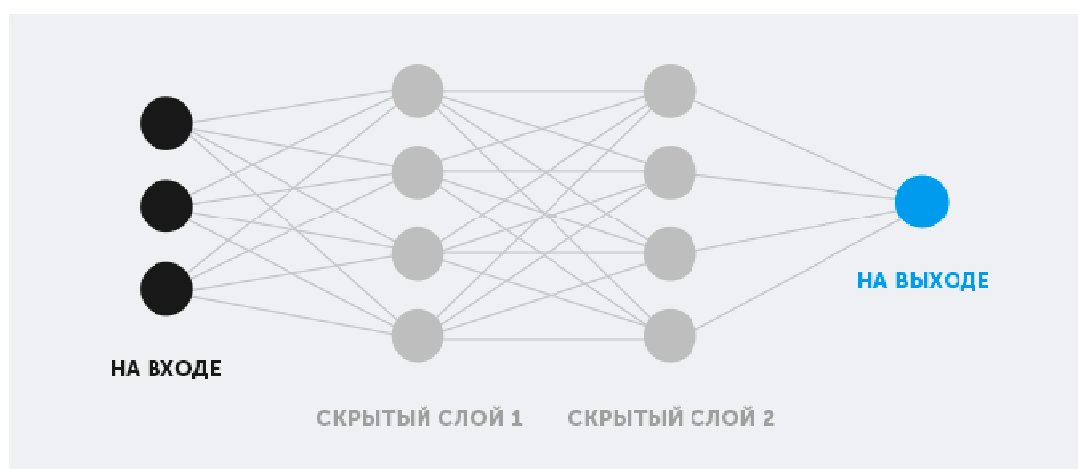


Рис. 1. Схематичное изображение 3-уровневой нейронной сети

Нейросеть могла бы помочь улучшить работу большинства имеющихся систем и методов в управлении качеством. Например, Японская телекоммуникационная компания NEC успешно протестировала основанную на искусственном интеллекте систему проверки качества выпускаемой продукции на сборочных линиях. Разработанная NEC система делает снимки проезжающих мимо изделий на сборочной ленте и анализирует заданные характеристики. Она может обнаружить даже те дефекты, которые трудно выявить при помощи стан-

* © Израйлева Т.А., 2019

дартного оборудования, например, разводы или масляные пятна, различные физические повреждения, а также необычный цвет. Если при этом использовать еще и рентген, то можно находить даже чужеродные тела в продуктах питания. Тестирование системы проводилось на сборочных линиях тридцати японских компаний, включая автопроизводителей. В ходе этих тестов искусственный интеллект справился с выявлением различных дефектов на товарах почти так хорошо, как и люди: по сравнению с ними ИИ-система показала эффективность выше 90 %. Эффективность существующих автоматизированных систем не превышает 80 %, и на каждой из них присутствуют люди для перепроверки [2].

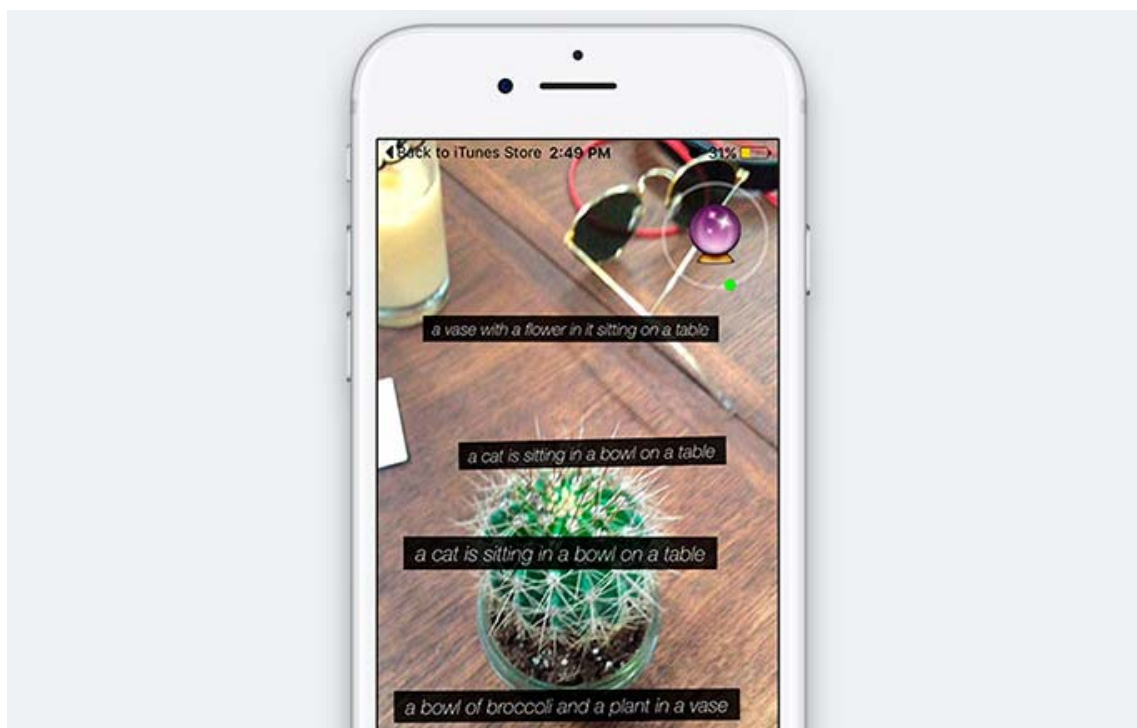


Рис. 2. Пример распознавания объектов в приложении «AI Skгу»

С 2017 г. на упаковки с продуктами, продаваемыми в российских магазинах, наносится штрих-код или QR-код, который несет подробную информацию о товаре: наименование, потребительские свойства, масса, ингредиенты, цвет, изготовителя. Например, в случае с молочной продукцией: где и когда осуществлялась дойка коровы и какие лекарства она принимала; в случае с рыбной продукцией: сколько рыбы поступило в производство и сколько филе было из неё изготовлено, а также кто конкретно её обрабатывал. Расшифровать информацию с таких штрих-кодов может любой покупатель с помощью смартфона. На основе данного метода идентификации продукции можно разработать нейросеть для распознавания штрих-кода или QR-кода, так как во время покупки продуктов питания потребители не знают о составе продукта (например, о количестве пальмового масла и сахара).

Согласно данным Министерства здравоохранения Российской Федерации, в 2015 г. число больных сахарным диабетом составляет 4 418 305 человек. Одной из причин возникновения этого заболевания является чрезмерное употреб-

ление сахара, на фоне чего нарушается работа поджелудочной железы, увеличивается вес. По данным Всемирной организации здравоохранения норма потребления сахара в сутки составляет 50 г. Покупатели не могут определить количество сахара, которое они употребили в течение дня, так как большинство производителей указывают на внешней стороне упаковки содержание калорий, белков, жиров и углеводов, но не указывают наличие сахара или его количество в граммах. Помимо этого, не указывается наличие и количество гидрогенизированного пальмового масла или маргарина, что вводит потребителя в заблуждение и увеличивает потребление трансжиров, которые отрицательно влияют на состояние сердечно-сосудистой системы человека.

В качестве решения данной проблемы мной было предложено разработать приложение на основе нейронной сети для распознавания штрих-кода, QR-кода и изображения продуктов питания.

При наведении объектива на штрих-код, QR-код и сам продукт нейросеть считывает графическую информацию, анализирует ее с помощью баз данных и на выходе предоставляет информацию. Информация, выводимая на экран, будет включать: наименование товара; количество белков, жиров и углеводов; химический состав; ингредиенты; наличие сахара и его количество; наличие пальмового масла, маргарина и их количество; информацию о производителе; знак качества; соответствие стандартам и рейтинг продукта, который составляется на основе отзывов потребителей. Для получения информации о соответствии продукции техническим регламентам и стандартам предполагается использование баз данных Роспотребнадзора и Агентства по техническому регулированию и организаций по сертификации продуктов питания. Для честной объективной оценки продуктов питания потребителями при регистрации необходимо фото штрих-кода чека на покупку. Во избежание участия роботов-комментаторов во время работы приложения будут задействованы инструменты идентификации личности.

Развитие нейронных сетей способно повлиять на качество нашей жизни. При контроле качества и сертификации продукции всегда есть человеческий фактор. Нейросети позволяют его исключить и расширить функциональность контроля, сделать систему сертификации и стандартизации более прозрачной. В дальнейшем планируется использовать алгоритм для распознавания изображения, штрих-кодов и QR-кодов для идентификации подлинности чеков.

Список литературы

1. Теория распознавания образов [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_распознавания_образов#Направления_в_распознавании_образов.
2. NEC разработала ИИ-систему контроля качества продукции [Электронный ресурс]. URL: <https://hightech.fm/2017/06/21/nec-ai-system>.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ РЫНКА «СЭЙФНЕТ» НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ

О.В. Калашникова*

Научный руководитель А.К. Москалев
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Безопасность является неотъемлемым аспектом жизнедеятельности человека, общества, бизнеса и государства. В Государственной программе Национальной технологической инициативы (НТИ) имеется важнейший раздел «Сэйфнет» [1] – рынок новых персональных систем безопасности, включающий устройства для обеспечения безопасности, безопасность сетей и платформ управления, безопасные и защищенные компьютерные технологии, безопасность информационных и киберфизических систем.

Одними из ключевых сегментов отрасли Сэйфнет являются устройства, применяемые для обеспечения безопасности (датчики, камеры видеонаблюдения с минимальной программной компонентой и т. д.) и прикладные системы для решения задач безопасности (система биометрического контроля и аутентификации). По итогам 2017 г. объем рынка технических средств безопасности (ТСБ), включая видеонаблюдение, оповещение и управление доступом, в России составил приблизительно 70 млрд руб. с учетом всех государственных тендеров и коммерческих закупок [2]. Но, несмотря на рост продаж подобного оборудования, существуют проблемы возникновения аварий как на производственных объектах и в офисах, так и в жилых помещениях. Если на предприятия могут оказать влияние регламентирующие документы и правовые акты, современные тенденции и возможность экономии, то внедрить элементы автоматизации в квартиры и частные дома намного сложнее. В 2018 г., по данным МЧС в России, произошло более 110 тыс. пожаров [3]. По статистике сайта ГУ МВД по Красноярскому краю за аналогичный период было зарегистрировано 222 квартирных кражи [4]. Решения этих и многих других проблем существуют, но имеют определенные недостатки: проводные системы являются дорогими, сложными в установке и эксплуатации, а отдельные беспроводные устройства пользователь не всегда может самостоятельно корректно настроить.

В рамках исследования предлагается концепция готовой комплексной системы автоматизации, включающей датчики, камеры видеонаблюдения, динамики и устройство контроля доступа. Пользователю моментально будут поступать оповещения об аварии (задымлении, протечке воды) или незаконном проникновении. При этом человек сможет самостоятельно следить за происходящим с помощью видеонаблюдения и контролировать вход в помещение. На-

* © Калашникова О.В., 2019

стройка параметров будет осуществляться при производстве, что упростит эксплуатацию и сократит вероятность ошибок в работе.

В настоящее время автором реализован программно-аппаратный комплекс мониторинга помещения, включающий:

1) управляющее устройство на основе одноплатного компьютера LattePanda с ОС Win-dows 10 [5];

2) подключенные к контроллеру датчики освещенности, движения, температуры и дыма серии Gravity;

3) база данных показаний датчиков на основе MySQL, хаб для синхронизации на языке программирования C# и веб-приложение для удаленного мониторинга показаний, разработанное с помощью ASP.Net.

На рис. 1 представлено краткое описание концепции на основе бизнес-модели Остервальдера, на рис. 2 – фотография программно-аппаратного комплекса и интерфейс веб-приложения.



Рис. 1. Бизнес-модель комплекса

Решение позволяет наблюдать состояние показателей освещенности, температуры, движения и плотности газа из любой точки мира и сразу с помощью нескольких устройств. В дальнейшем планируется расширить комплекс до системы путем интеграции с музыкальным оборудованием, видеонаблюдением и системой контроля проникновения.

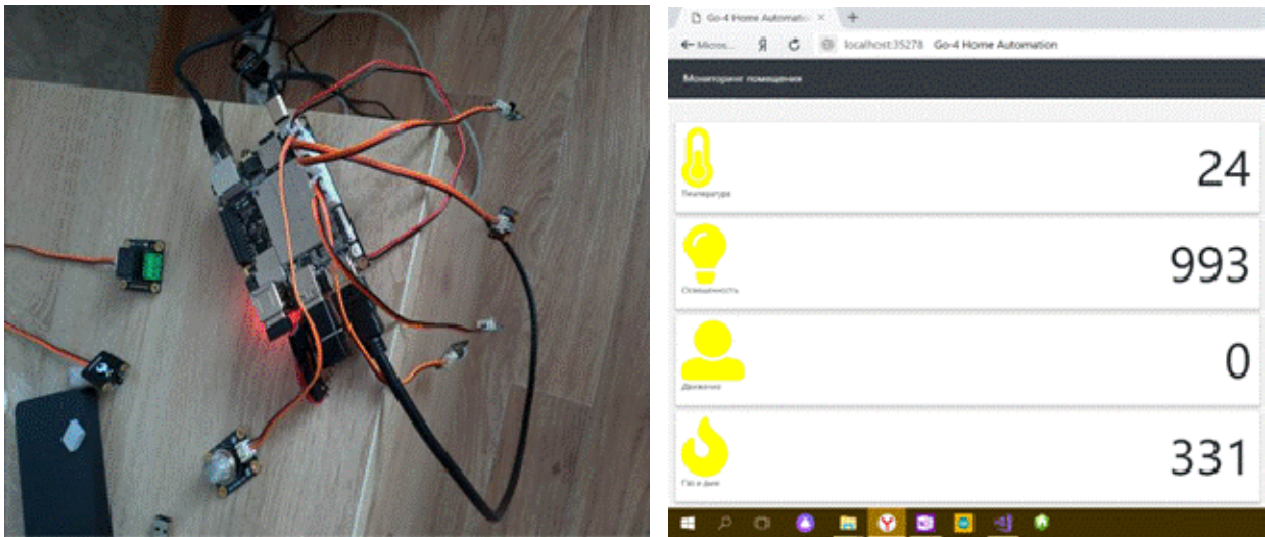


Рис. 2. Программно-аппаратный комплекс мониторинга

Внедрение и распространение такого решения позволит не просто обеспечить безопасность и экономию для квартиры, частного дома или офиса, но и сможет стать толчком для формирования новых трендов, новой культуры деятельности, увеличения значимости фактора безопасности за счет использования в качестве основы компьютера с распространенной операционной системой. За счет потенциально широкого спектра применения система может стать связывающим элементом нынешнего состояния и новой цифровой экономики, поскольку, будучи частью рынка Сэйфнет, комплекс может быть использован в развитии других рынков НТИ (Технет, Хелснет, Эдунет) и напрямую влияет на сквозные технологии НТИ (в частности, на промышленный интернет).

Список литературы

1. Сэйфнет // Национальная технологическая инициатива. URL: <http://www.nti2035.ru/markets/safenet>.
2. Российский рынок систем безопасности 2017–2022. Оценка и прогнозы // Системы безопасности. URL: http://lib.secuteck.ru/articles2/ohr_sys/rossiyskiy-rynok-sistem-bezopasnosti-otsenka-i-prognozy.
3. В России в 2018 году при пожарах погибло более 300 детей // ТАСС: новостная служба. URL: <https://tass.ru/obshchestvo/5807450>.
4. Статистика и аналитика // ГУ МВД по Красноярскому краю. URL: https://24.xn--b1aew.xn--p1ai/slujba/Statistika_i_analitika.
5. LattePanda 2Gb/32Gb. URL: <https://www.lattepanda.com/products/1.html>.

**ПРИОРИТИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ
С УЧЕТОМ РЫНКОВ НТИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

Я.С. Крот*

Сибирский федеральный университет

Правовая охрана, защита и коммерциализация интеллектуальной собственности выступают фундаментом перспективных рынков в экономике знаний. В то же время глобальные вызовы требуют пересмотра традиционных подходов к вопросам управления интеллектуальной собственностью ключевыми институтами генерации результатов интеллектуальной деятельности – университетами и научными организациями.

Меры государственной поддержки, включая субсидии и гранты, стимулировали вузы удостоверить исключительные права на изобретения, полезные модели, программы для ЭВМ и иные научно-технические результаты [1]. Вместе с тем темпы коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности существенно отстают от динамики их регистрации. Несмотря на это, правительство по-прежнему рассматривает в качестве индикаторов деятельности университета количество полученных патентов и обязывает материально поощрять авторов-ученых за сам факт создания объекта интеллектуальной собственности [2]. Как следствие, значительная часть зарегистрированных результатов интеллектуальной деятельности представляет собой усовершенствованное техническое решение самого же ученого – преподавателя вуза. Правовая охрана результату интеллектуальной деятельности предоставляется вне контекста инновационного спроса. Так, Сибирский федеральный университет является правообладателем нескольких изобретений с наименованием «Измельчитель», «Дезинтегратор», «Кормоприготовитель» авторства Титова В. А., ни один из которых не был внедрен [3–8]. Значительный пласт исследований ведущих вузов Красноярского края посвящен полимерным сорбентам, однако их результаты разобщены и едва ли приносят инициаторам доход [9–13].

Таблица

Количество действующих патентов Российской Федерации на объекты патентного права по состоянию на конец соответствующего года, единиц

Объект патентного права	2016 год	2017 год	2018 год
Изобретения	230 870	244 321	256 419
Полезные модели	53 263	50 078	49 345
Промышленные образцы	30 482	32 225	35 898

* © Крот Я.С., 2019

Риторика о необходимости построения патентных ландшафтов, в свою очередь, бюджетом не поддерживается, несмотря на то, что данный процесс более финансовоемкий, чем обеспечение правовой охраны научно-технических результатов. В частности, в 2018 г. Сибирский федеральный университет является держателем портфеля из более чем 250 патентов по различным направлениям, тогда как число договоров о распоряжении исключительными правами составило лишь 24 [14]. Данные по стране в целом также демонстрируют несопоставимость вложенных бюджетных средств и числа зарегистрированных и используемых объектов интеллектуальной собственности (таблица, рисунок) [15].

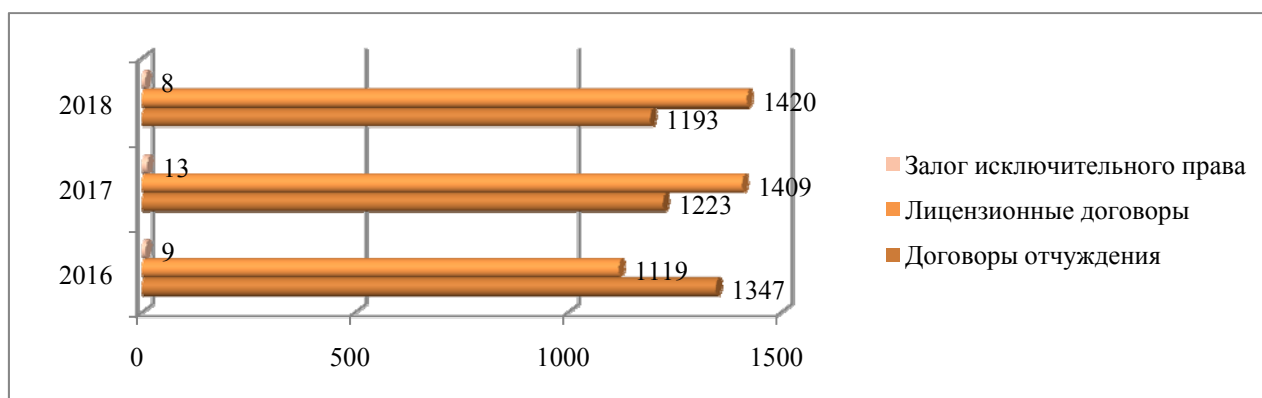


Рис. Динамика регистрации распоряжения исключительным правом на объекты патентного права, единиц

Всемирная организация интеллектуальной собственности разработала типовое положение «Политика в области интеллектуальной собственности для университетов и научно-исследовательских организаций», которое призвано выступать ориентиром в формировании подходов к управлению интеллектуальной собственностью [16]. В то же время интересы устойчивого регионального развития предписывают научным и образовательным организациям региона и их индустриальным партнерам синхронизировать автономные политики управления интеллектуальной собственностью. Данное решение позволит концентрировать интеллектуальный капитал на потенциально коммерциализуемых исследованиях и избежать дублирования усилий.

Университеты, особенно такие крупные, как Сибирский федеральный университет, осуществляя подготовку по разнонаправленным образовательным программам, испытывают трудности при определении ориентиров управления интеллектуальной собственностью, приоритетных областей знаний для формирования патентной монополии. Представляется, что ядром политики управления интеллектуальной собственностью должно стать построение патентного ландшафта в контексте рынков Национальной технологической инициативы (НТИ). По нашему мнению, многолетняя специализация города Железногорска на комической отрасли, наличие опорного вуза, плодотворное сотрудничество Сибирского федерального университета и АО «ИСС» им. академика М.Ф. Ре-

шетнева определяют Аэронет как один из рынков – пионеров для экономики края. Энергетические ресурсы и развитая промышленность выступают потенциалом для создания рынков Энерджинет и Технет в регионе. Несмотря на неочевидность перспектив, по мнению автора, заслуживает пристального внимания рынок Сейфнет, который может вырасти за счет опыта обеспечения безопасности Универсиады-2019, наличия у Сибирского федерального университета необходимых лицензий и опыта работы, включая патентование, с научно-техническими результатами, составляющими государственную тайну [17].

В то же время для полноценной реализации управления интеллектуальной собственностью с позиций рынков НТИ должны быть пересмотрены показатели эффективности деятельности как университетов в целом, так и конкретного ученого. Так, на рейтинг и финансирование вуза должно влиять не абсолютное количество патентов, а наличие портфеля патентов по избранному ключевому направлению, необходимое и достаточное для обеспечения в указанной области патентной монополии. Также университеты должны иметь возможность диверсифицированно поощрять сотрудников не в зависимости от числа публикаций в рецензируемых журналах или поданных заявок на получение патента, а оценивая их вклад в ключевые для вуза исследования и формирование рынков и компетенций НТИ. Это справедливо и для малых инновационных предприятий вуза – целеполагание практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности на формирующихся рынках НТИ даст не сиюминутные, но значимые положительные экстерналии для университета и края в целом.

Таким образом, слабое вовлечение интеллектуальной собственности университета в экономический оборот может быть преодолено путем построения патентных ландшафтов и системы управления интеллектуальной собственностью через призму Национальной технологической инициативы. В то же время реализация проектов НТИ на территории Красноярского края способна обеспечить его технологическое лидерство и устойчивое развитие в долгосрочном периоде.

Список литературы

1. О государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования : постановление Правительства РФ от 09.04.2010 № 219 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.

2. Об утверждении Правил выплаты вознаграждения за служебные изобретения, служебные полезные модели, служебные промышленные образцы : постановление Правительства РФ от 04.06.2014 № 512 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.

3. Дезинтегратор // Патент России № 2 365 414.

4. Дезинтегратор // Патент России № 2 366 508.

5. Измельчитель // Патент России № 2 412 006.

6. Измельчитель-кормоприготовитель // Патент России № 2 424 057.

7. Измельчитель // Патент России № 2 483 805.
8. Кормоприготовитель // Патент России № 2 579 773.
9. Способ получения полимерного сорбента // Патент России № 2 604 370.
10. Способ получения сорбента // Патент России № 2 197 322.
11. Способ получения сорбента // Патент России № 2 191 068.
12. Способ получения полимерных сорбентов // Патент России № 2 184 608.
13. Способ получения полимерных сорбентов // Патент России № 2 315 655.
14. В СФУ подвели итоги научной работы за 2018 год. URL: <http://news.sfu-kras.ru/node/21635>.
15. Годовой отчет Роспатент 2018 // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» (ФИПС). URL: https://rupto.ru/content/uploadfiles/otchet_2018_ru.pdf.
16. Письмо первого заместителя министра науки и высшего образования Российской Федерации № МН-426/ГТ от 21.02.2019 об утверждении политики в области интеллектуальной собственности.
17. Рынки НТИ. URL: <http://www.nti2035.ru/markets>.

УПРАВЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫМ РОБОТИЗИРОВАННЫМ КОМПЛЕКСОМ

А.А. Кручинкин*

Научный руководитель Г.Б. Масальский
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На кафедре Робототехники и технической кибернетики Политехнического института функционирует учебно-исследовательский гибкий производственный комплекс (УИ ГПК), включающий четыре станка с ЧПУ, роботизированный складской комплекс, программное обеспечение для реализации CAD/CAM-технологии. Для повышения уровня автоматизации недостает транспортной системы, которая должна обеспечить транспортировку со склада заготовок и инструмента до станков и обратно готовых изделий и обработанного инструмента в соответствии с производственным заданием. На рис. 1 представлена функциональная схема УИ ГПК с транспортной системой, а на рис. 2 – общий вид мобильного роботизированного комплекса (МРК).

МРК состоит из мобильного робота и манипулятора на базе промышленного робота «Электроника НЦТМ-01». Система управления МРК трехуровневая и обеспечивает планирование траектории движения (верхний уровень), взаимодействие манипулятора и мобильного робота (средний уровень) и локальные системы управления манипулятором и тележкой.

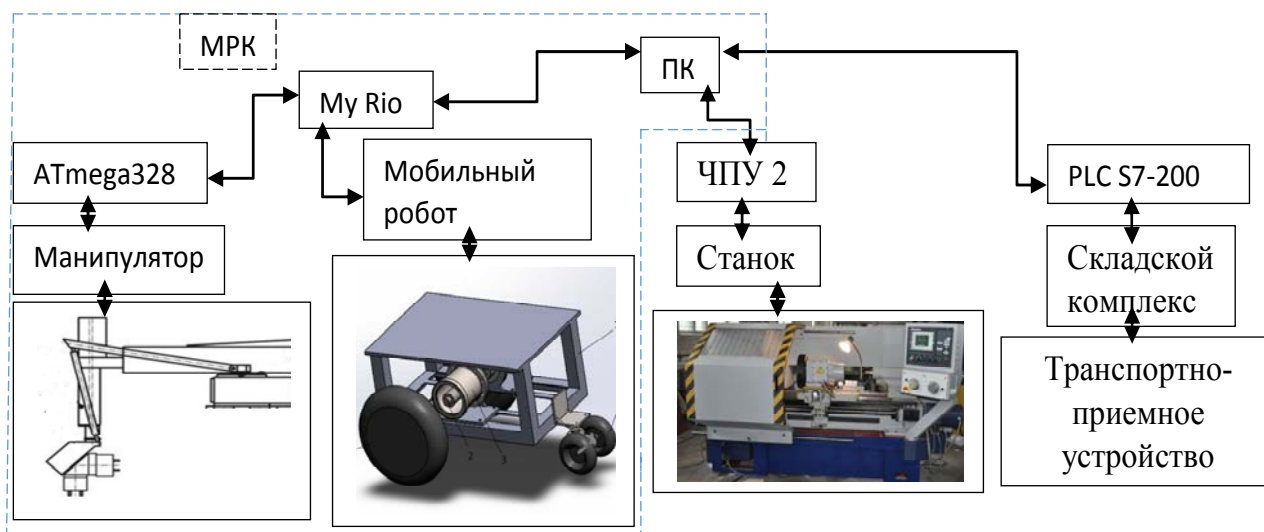


Рис. 1. Функциональная схема УИ ГПК



Рис. 2. Общий вид МРК

МРК имеет три контроллера. Контроллеры осуществляют управление двигателями, а также передачу и обработку данных с датчиков. Мобильным роботом управляет контроллер MyRio, функции которого представлены на рис. 3.

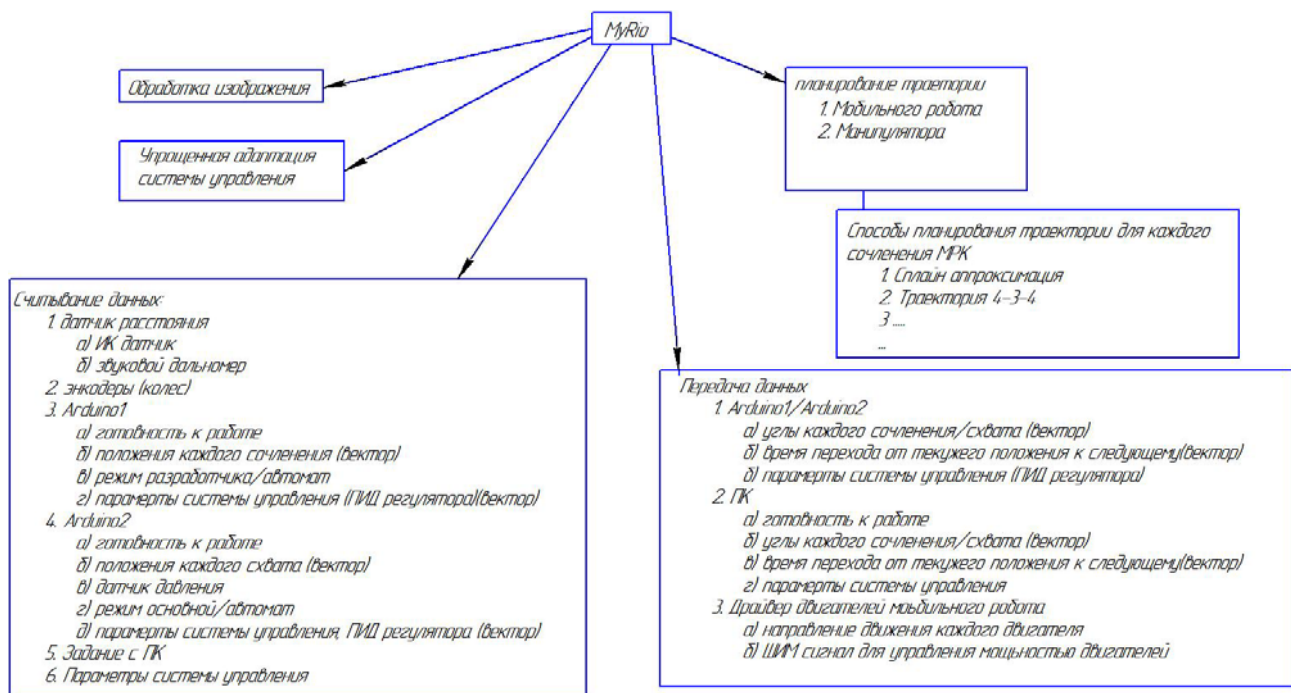


Рис. 3. Функциональная схема MyRIO в МРК

Манипулятором управляет контроллер Arduino, функции которого представлены на рис. 4.

Разработана электрическая схема манипулятора, которая позволяет моделировать электрические процессы и наблюдать выполнение программы управления (рис. 5).

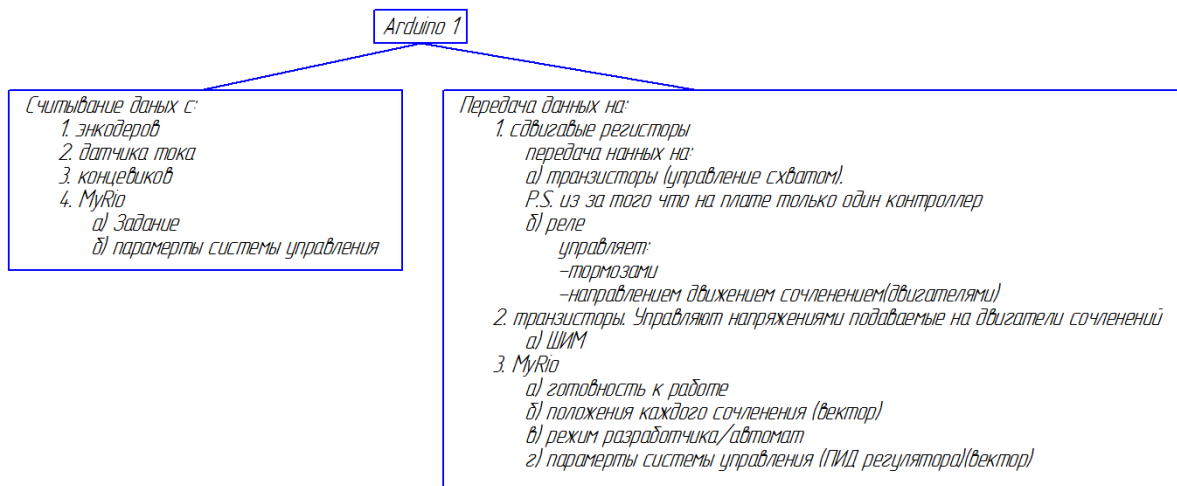


Рис. 4. Функциональная схема контроллера Arduino1 в МРК

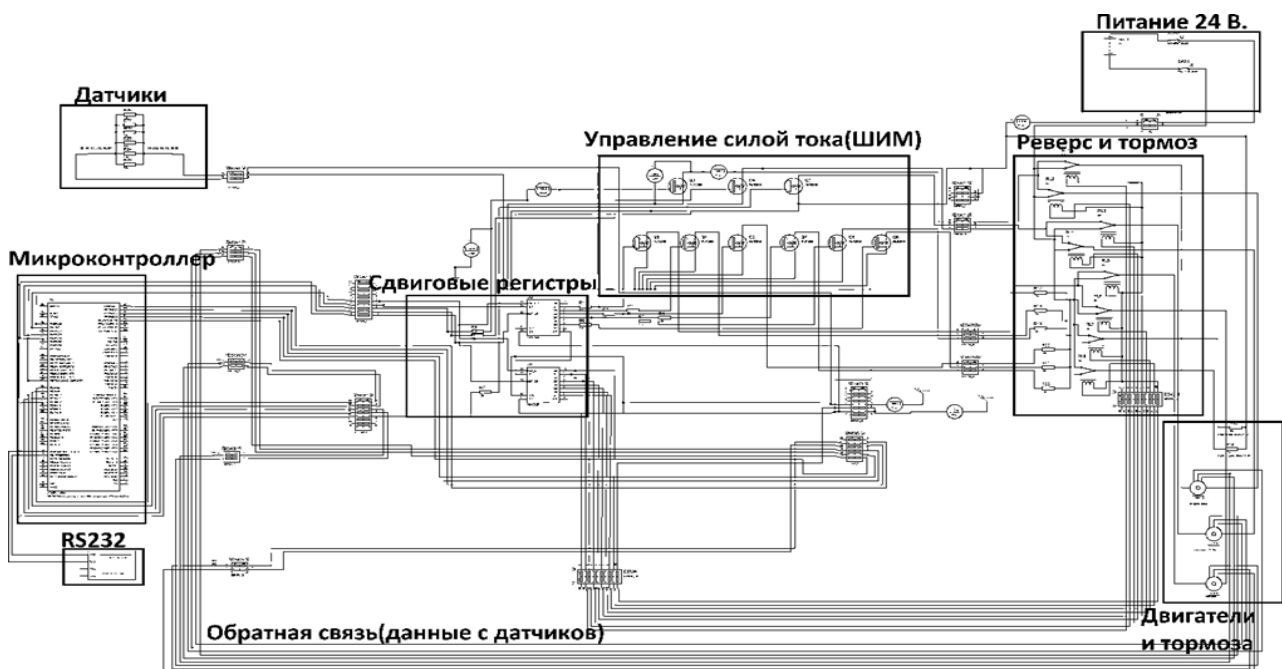


Рис. 5. Принципиальная электрическая схема манипулятора

Разработана программа на языке Labview, которая выполняет следующие действия:

- планирует траекторию для мобильного робота в условиях ограничений;
- симулирует 3D-модель мобильного робота в Solidworks;
- формирует управляющие воздействия для мобильного робота и для манипулятора, исходя из их кинематических схем;
- отправляет управляющие воздействия на контроллеры MyRio и Arduino;
- контролирует исполнение управляющих воздействий.

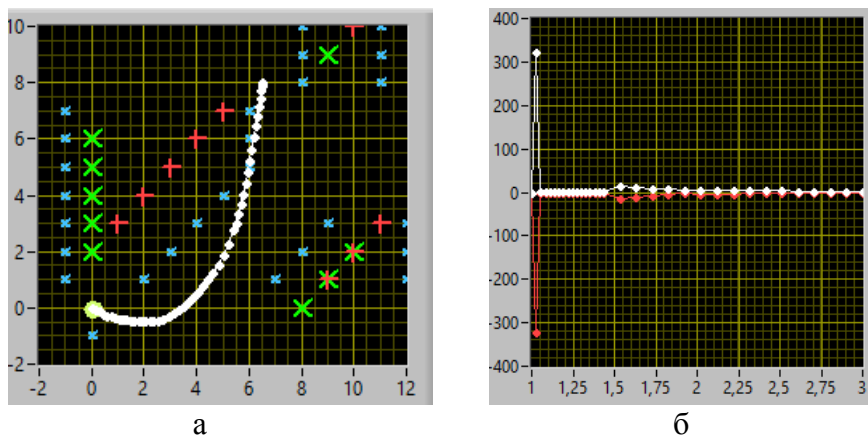


Рис. 6. Синтез управляющих воздействий мобильного робота на основе траектории, построенной в среде с препятствиями: а – спланированная траектория в среде с препятствиями; б – управляющие воздействия

В результате исследований разработана и протестирована система управления мобильным роботизированным комплексом, выявлены недостатки программного и аппаратного обеспечения системы управления.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СВИНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

М.В. Чекушин*

Научный руководитель Н.В. Марченко

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Мировой объём производства свинца из вторичного сырья составляет около 4 млн т в год [1]. К основному типу вторичного свинцового сырья относят отработанные кислотные аккумуляторные батареи, общий объём переработки которых оценивается более чем в 2,5 млн т в год. Основным составляющим батареи является пластиковый корпус, электролит, электроды из металлического свинца, в состав которых входит свинцовая паста из химических соединений свинца (оксиды, сульфаты) [2].

Переработка аккумуляторов включает разборку и разделку батарей, а также переработку металлической и оксисульфатной фракций. Также перерабатывают электролиты и пластиковые корпуса. Наибольшую трудность представляет переработка оксисульфатной фракции, состав которой приведён в табл. 1.

Таблица 1

Состав оксисульфатной фракции аккумуляторного лома

Соединение	PbSO ₄	PbO	PbO ₂	Всего
Содержание свинца, %	36,83	20,0	21,3	78,13
Содержание серы, %	5,68	-	-	5,68
Содержание кислорода, %	11,37	1,54	3,29	16,2
Содержание соединения, %	53,88	21,54	24,59	100

Для переработки данного продукта используются пирометаллургические способы, реализуемые при температурах более 1000 °С и сопровождающиеся образованием большого количества шлаков, а также газовой фазы, содержащей кислородные соединения свинца, серы и углерода [3].

В Красноярском институте цветных металлов разработан процесс восстановления свинца из сульфидных и кислородных соединений, когда восстановителем выступает сульфидная сера, присутствующая в самих соединениях или специально вводимая в систему [4–6]. Технологической средой в таких процессах предлагается использовать каустическую соду (NaOH), с участием которой процесс реализуется при температурах от 500 до 650 °С с накапливанием нелетучих соединений серы в щелочном расплаве [1, 5, 6]. В наших исследованиях опробована возможность восстановления свинца из гидроксида с использова-

* © Чекушин М.В., 2019

нием восстановительной способности сульфидной серы, вводимой в форме сульфида натрия (табл. 2).

Таблица 2

ΔG реакций восстановления свинца из соединений при различных температурах, кДж/г-том Pb

Уравнение	Температура							
	0	100	200	300	400	500	600	700
$PbSO_4 + NaOH \rightarrow Pb(OH)_2 + Na_2SO_4$	-116,7	-112,1	-102,8	-91,9	-75,8	-57,6	-37,5	-15,9
$4Pb(OH)_2 + Na_2S \rightarrow 4Pb + Na_2SO_4 + 4H_2O$	-31,6	-50,1	-70,6	-93,1	-118,0	-144,5	-172,2	-200,9

Для исследований по восстановлению свинца использовали стальной реактор, снабженный механическим перемешивающим устройством, помещаемый в шахтную электропечь с регулятором температурного режима (рис. 1).

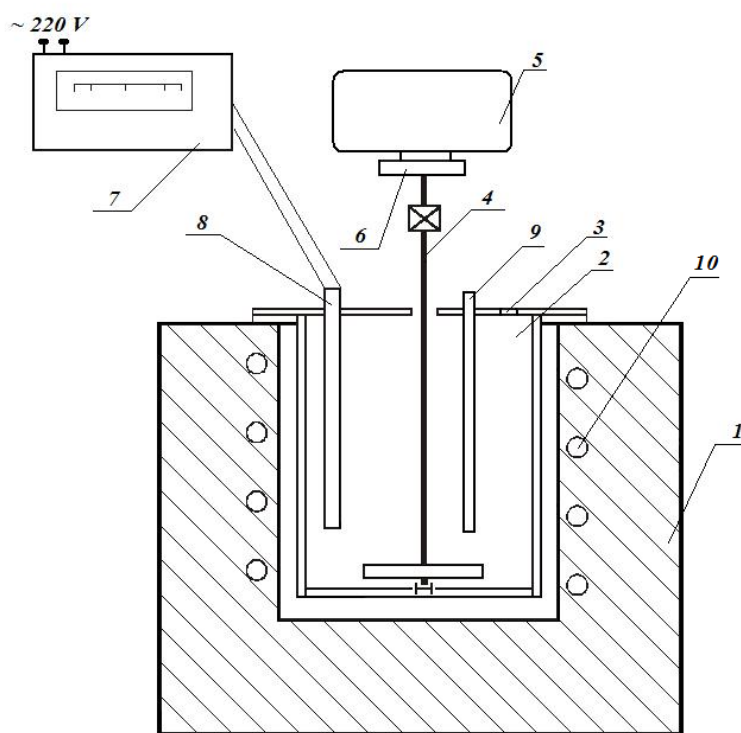


Рис. 1. Установка для исследований по восстановлению свинца:

- 1 – шахтная электропечь; 2 – реторта; 3 – крышка; 4 – мешалка;
- 5 – электродвигатель; 6 – вариатор скорости вращения вала мешалки;
- 7 – блок автоматического регулирования температуры; 8 – термопара;
- 9 – трубка для подачи в расплав кислорода; 10 – нагревательный элемент

Для формирования технологической схемы (рис. 2) был принят вариант предварительной шихтоподготовки исходного материала со щелочью (расход 30 % от массы исходного материала), с последующим восстановлением с ис-

пользованием Na_2S в качестве восстановителя. Общее количество щелочи, участвующей в процессе, составляет 50 % от массы исходного материала. Температура процесса $550\text{ }^\circ\text{C}$, продолжительность восстановления 5–7 мин.

Таким образом, в работе выполнен анализ существующих методов переработки вторичного свинцового сырья – аккумуляторного лома. Предложена технология, включающая конверсию сульфатов свинца с переводом свинца в гидроксиды с последующим восстановлением металла из кислородных соединений сульфидной серой, а также разработано оборудование для осуществления основной и вспомогательных операций.

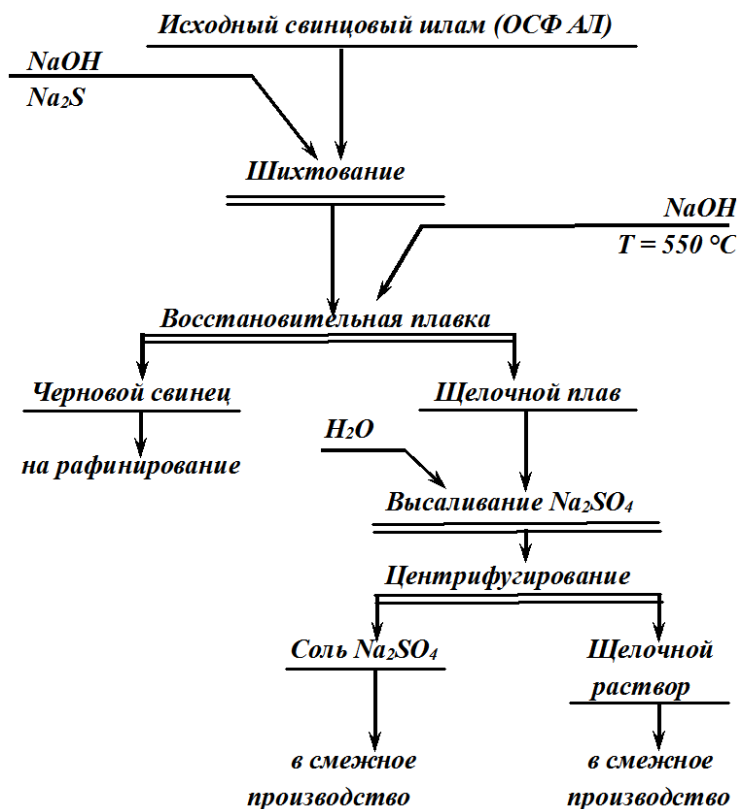


Рис. 2. Технологическая схема переработки оксисульфатной фракции аккумуляторного лома

Преимуществами технологии перед аналогами являются:

- более высокое извлечение свинца – более 99 % (в аналогах 85–95 %);
- исключение образования газообразных углерод- и серосодержащих продуктов (вся сера переводится в экологически безопасный продукт – сульфат натрия);
- существенное снижение энергозатрат (температура предлагаемого процесса в 1,5–2 раза ниже, чем в аналогах);
- меньшие, по сравнению с аналогами, капитальные затраты;
- возможность регенерации основного реагента – каустической соды (NaOH);
- процесс высокопроизводительный, простой в исполнении.

Важным преимуществом предлагаемой технологии является возможность применения для переработки широкого спектра минерального и вторичного сырья, содержащего свинец. В настоящее время в качестве основных партнеров, имеющих потенциальный интерес к разработке, рассматриваются ОАО «Тюменский аккумуляторный завод» и ряд других предприятий, занимающихся переработкой аккумуляторного лома.

По результатам исследований был сделан доклад на Международном конгрессе «Цветные металлы и минералы» (Красноярск, 2018); опубликована статья в журнале «Технология металлов» (ВАК, РИНЦ), а также подана заявка на изобретение в Патентное ведомство РФ.

Список литературы

1. Бессер Д. А., Демихов В. Н., Кошелев В. А. и др. Плавка свинцового аккумуляторного лома в шахтной печи // Цветная металлургия. № 5. 2005. С. 18.
2. Олейникова Н. В., Чекушин В. С., Бакшеев С. П. Восстановление металлов из сульфидных соединений // Известия вузов. Цветная металлургия. 2007. № 2. С. 7–11.
3. Технология переработки отработанных свинцовых аккумуляторных батарей [Электронный ресурс] // Сайт компании Engitec Technologies SpA. URL: http://www.engitec.com/ru/lead_recycling.
4. Ловчиков В. С. Щелочное рафинирование свинца. М. : Металлургия, 1964. 149 с.
5. Чекушин В. С., Бакшеев С. П., Олейникова Н. В. Технология восстановления свинца из сульфидных концентратов в щелочных средах // Технология металлов. 2007. № 9. С. 5–9.
6. Чекушин В. С., Бакшеев С. П., Олейникова Н. В. Восстановление свинца из оксисульфатной фракции аккумуляторного лома // Технология металлов. 2008. № 9. С. 3–12.

КЛАСТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ TiO_2+BeO КЕРАМИКИ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ СВОЙСТВ

Л.А. Шеповалова*

Научный руководитель Л.И. Квеглис
доктор физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Сегодня очень активно развиваются исследования свойств оксидной керамики. Стоит отметить, что изделия из оксидной керамики находят чрезвычайно широкое и постоянно возрастающее практическое применение. Среди широко известных оксидных материалов MgO , BeO , Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO и другие. Следует особо выделить BeO -керамику, которая имеет в три раза большую теплопроводность, чем MgO , и в 4-6 раз большую, чем Al_2O_3 -керамика.

Наиболее эффективным материалом, обладающим хорошей теплопроводностью и способностью поглощать микроволновое излучение, является $\text{BeO} + 30\%$ массы TiO_2 (ВТ-30). Увеличение значения теплопроводности при условии сохранения поглощающих характеристик представляет большой интерес для электронной промышленности.

TiO_2 – полиморфен и встречается в трех основных кристаллических формах: анатаз (октаэдрит), брукит и рутил. Именно рутильную форму мы используем в данной работе.

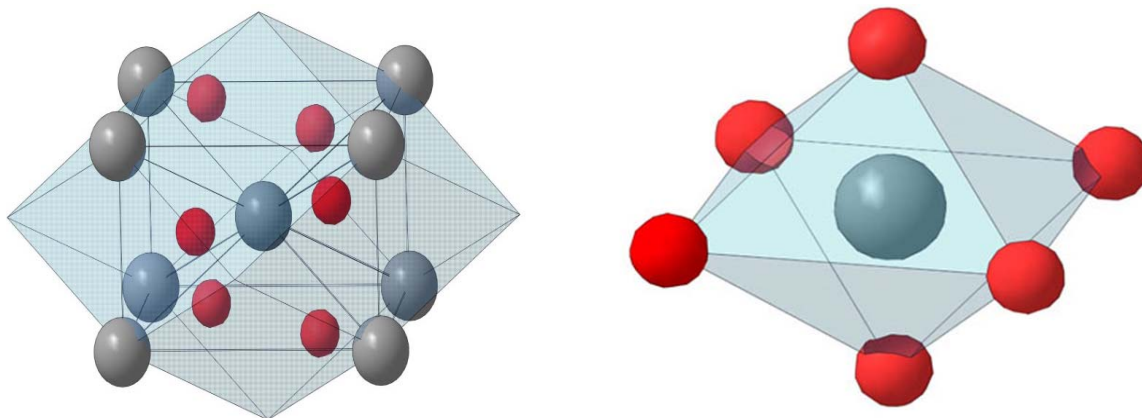


Рис. 1. Кластерная модель TiO_2

На рис. 1 изображена кластерная структура TiO_2 , построенная на основе расшифровки спектра рентгеновской дифракции, экспериментально полученном при исследовании продуктов спекания с BeO . Атомы титана покрашены в серый цвет, кислорода – в красный. Видно, что в состав кристаллической решётки входит кислородный октаэдр, внутри которого находится атом титана.

* © Шеповалова Л.А., 2019

В экспериментах, на которые мы опирались, рутильная форма оксида титана была заменена на нанопорошок.

Известно, что электропроводность икосаэдрической фазы может иметь электронную природу. Можно предположить, что повышение электропроводности, обнаруженное в эксперименте при спекании нанопорошка TiO_2 , порошка рутила и порошка оксида бериллия, связано с формированием икосаэдрической фазы в нанопорошке TiO_2 и далее в структуре перовскита, где 12-вершинник заменяется на икосаэдр. В нашем эксперименте добавление нанопорошка TiO_2 в состав BeO -керамики существенно изменило проводящие и другие свойства BeO -керамики.

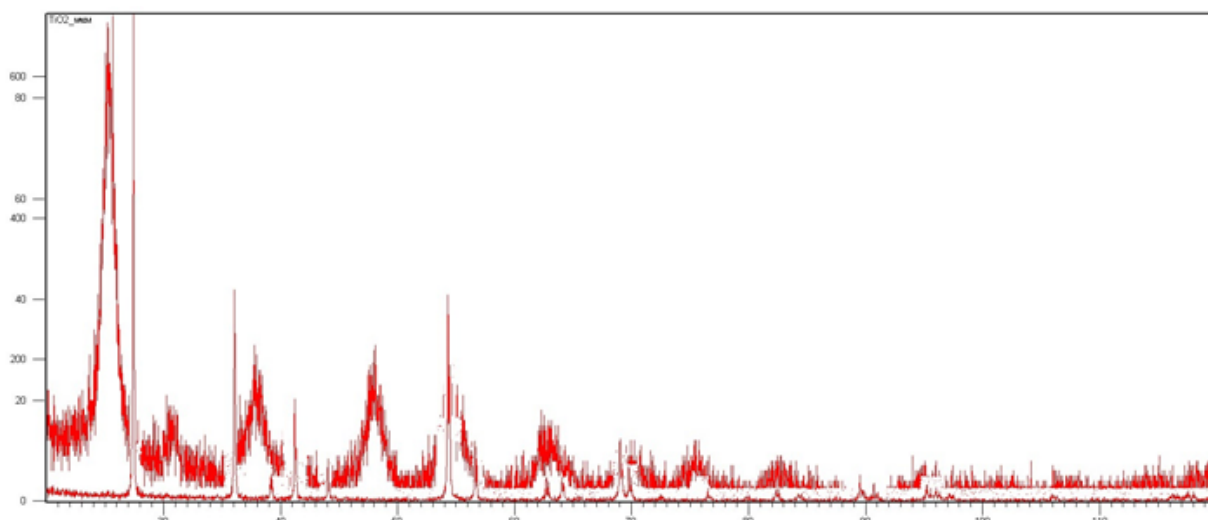


Рис. 2. Рентгенограммы BeTiO

Икосаэдрическая фаза образуется в нанопорошке двуокиси титана и отличается от структуры рутила наличием тетраэдров вместо октаэдров. Из тетраэдров и формируется икосаэдрическая структура в первой координационной сфере, о чем свидетельствует смещение первой линии на картине рентгеновской дифракции.

Вторая линия на рентгеновской дифракции смещена в сторону уменьшения параметра решетки – первая и вторая смещены в разные стороны. Это свидетельствует о значительном изменении ближнего порядка в расположении атомов. Третья и четвертая линии не смещены, значит, дальний порядок не изменился, а электропроводность стала не ионной, а электронной, что и обнаружено в эксперименте – проводимость бериллиевого перовскита больше $1 \text{ Ом}\cdot\text{см}^{-1}$.

Можно предположить, что повышение электропроводности, обнаруженное в эксперименте при спекании нанопорошка TiO_2 , порошка рутила и порошка оксида бериллия, связано с формированием икосаэдрической фазы в нанопорошке TiO_2 и далее в структуре перовскита, где 12-вершинник заменяется на икосаэдр. В нашем эксперименте добавление нанопорошка TiO_2 в состав BeO -керамики существенно изменило проводящие и другие свойства BeO -керамики.

Изображения Ве-керамики под микроскопом. Изображение в точном фокусе, нижние изображения – это снимки в перефокусе или недофокусе. Видны концентрические окружности, что показывает магнитный контраст.

Структура TiO_2 состоит из плотноупакованных октаэдров. Понижение симметрии кристаллической решетки, а также хаотичное расположение кластеров в кристалле приводит к появлению некомпенсированного магнитного момента и появлению ферромагнетизма. То есть плотность электронов в такой структуре очень высока на уровне Ферми. Этот факт может объяснить высокую электропроводность фаз с икосаэдрической структурой.

Это позволяет широко применять ВеО керамику в электронной промышленности. Высокая теплопроводность, малая величина диэлектрических потерь, высокая электрическая прочность, высокая стабильность электрофизических свойств позволяют использовать ВеО-керамику в высокочастотных электронных схемах.

1. Обнаружено появление ферромагнетизма и уменьшение электросопротивления в 1000 раз в образцах керамики, отожженных при 1800 градусов Цельсия.

2. Высокая плотность электронных состояний на уровне Ферми является причиной появления ферромагнетизма, такая плотность возможна в икосаэдрической фазе.

3. Понижение симметрии кристаллической решетки, а также хаотичное расположение кластеров в кристалле приводит к появлению некомпенсированного магнитного момента и появлению ферромагнетизма.

4. Предложены кластерные модели, построенные в графическом редакторе КОМПАС-3D, для описания структуры TiO_2 в массивном состоянии. Кластерные 3D-модели используются для объяснения кристаллических преобразований.

Список литературы

1. Кийко В. С., Горбунова М. А., Макурин Ю. Н. и др. Микроструктура и электропроводность композиционной ($ВеО+TiO_2$)-керамики // Новые огнеупоры. 2007. № 11. С. 68–74.

2. Бетехтин А. Г. Минералогия. М.: Государственное издательство геологической литературы, 1950. 956 с.

3. Некрасов Б. В. Основы общей химии. Т. I. Изд. 3-е, испр. и доп. М. : Химия, 1973. С. 644, 648.

4. Химическая энциклопедия (электронная версия). С. 593, 594.

5. Химия : справ. изд. / В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др.; пер. с нем. 2-е изд., стереотип. М. : Химия, 2000. С. 411.

6. Пул Ч., Оуэнс Ф. Мир материалов и технологий. 4-е изд., испр. и доп., М. : Изд-во «Техносфера», 2009. 336 с.

**Digital-маркетинг:
тенденции развития, мировые
и российские практики**

ПРОБЛЕМА НЕКАЧЕСТВЕННОГО РЕБРЕНДИНГА В РОССИИ

Н.В. Авраменко, Е.В. Крохина*

Научный руководитель О.В. Старова
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В последние годы перед многими российскими компаниями, переживающими уменьшение объемов продаж, стоит задача повышения уровня реализации выпускаемой продукции. Для реализации цели они предпринимают такой маркетинговый ход, как «ребрендинг», что является относительно новым явлением для нашей страны и, как следствие, ведет к неверному толкованию и применению данной стратегии.

Проблема неудачного ребрендинга распространена в наши дни. Авторы работы провели небольшое исследование, попросив людей ответить на вопрос, что они понимают под словом «ребрендинг» (см. рисунок).

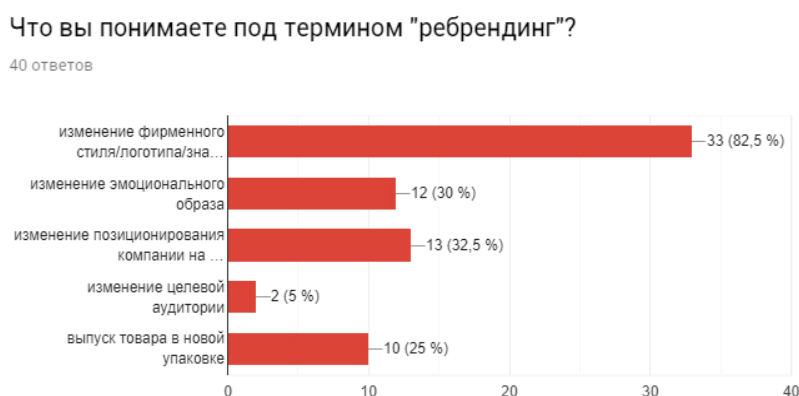


Рис.

Статистика показала, что большинство людей, как отстраненных от маркетинговой среды, так и будущих профессионалов, трактуют данный термин неверно. Рассматривая его как изменение визуальных составляющих компании: логотипа, знака, фирменного стиля. В то время как на самом деле это гораздо более широкое понятие, включающее в себя целый комплекс мероприятий и преобразований. В связи с этим можно предположить, что обилие неудачно проведенных ребрендинговых кампаний в нашей стране связано с изначально неверной трактовкой этого понятия.

Для более полного понимания сущности ребрендинга следует разобраться, какое значение несет в себе само понятие «бренд» и как следует его трактовать.

В настоящее время не существует общепринятого определения бренда. Это довольно абстрактное понятие. В законодательстве РФ также нет упомина-

* © Авраменко Н.В., Крохина Е.В., 2019

ний термина «бренд», есть лишь определение товарного знака как средства, служащего для индивидуализации товаров юридических лиц или индивидуальных предпринимателей [1]. Многие специалисты приравнивают два этих понятия, однако такую позицию можно назвать в корне неверной.

Вспомним, что слово «brand» является заимствованным. Обращаясь к англо-русскому словарю, мы видим такую трактовку: «сорт, качество» или «торговое наименование определенного товара, производителя или дистрибьютора» [2]. Из этого можно сделать вывод, что под брендом следует понимать такое состояние товара, при котором его визуальные и качественные отличительные характеристики создают уникальный образ потребления, гарантирующий потребителю соответствие требованиям к данному товару, а производителю стабильность для его бизнеса [3].

По итогам проведения опроса видно, что большинство людей путают ребрендинг с рестайлингом. Так, рестайлинг – это изменение лишь визуального образа, а ребрендинг – глубинные изменения самой идеологии бренда. Оба они основываются на идее конкурентоспособности, современности и уникальности, однако имеют разные пути реализации и цели.

Ключевой целью ребрендинга является изменение эмоционально-притягательного образа, который представляет ключевое звено в процессе совершения потребителем выбора в пользу того или иного бренда. В конечном итоге он должен либо полностью заменить, либо скорректировать уже сложившийся имидж в потребительской среде. Рестайлинг же представляет скорее рекламный ход, который нацелен на привлечение внимания потребителя. Например, потребность в рестайлинге может вставать перед производителем в случае, если его целевая аудитория – молодежь, которая, как правило, всегда зависима от течения моды. Или же если производитель выпускает на рынок товар в новой упаковке, в рамках оформления которой старый логотип смотрится неэстетично. В таком случае логотип пересматривается и изменяется.

Ребрендинг, являясь довольно крупным мероприятием, включает в себя несколько шагов.

1. **Анализ целевой аудитории.** Сбор и анализ информации о целевой аудитории, а также ее отношения к данному бренду.

2. **Репозиционирование.** Изменение характеристик бренда, создание новых.

3. **Рестайлинг визуальных атрибутов бренда.** Изменение логотипа и других визуальных составляющих в соответствии с новыми характеристиками бренда.

4. **Внутренняя и внешняя коммуникация.** Донесение новых характеристик и закрепление их в умах аудитории [4].

Все указанные выше шаги, за исключением второго, свободно применяются и в рестайлинге. Второй же пункт – репозиционирование – ключевой, благодаря которому любое преобразование бренда можно четко отличить от рестайлинга. Именно на него мы будем опираться, рассматривая примеры.

Пример, который давно стал каноничным и даже десять лет спустя остается наглядным пособием по ребрендингу, – преобразования Сбербанка в 2009 г. Сбербанк меняет целевую аудиторию, разрабатывает под нее новый логотип и фирменную стилистику. Он меняет не только визуальное представление, но и сам эмоциональный образ своего бренда. Производятся мероприятия по повышению квалификации персонала, в последствии разрабатывается удобный онлайн-сервис. Сбербанк полностью переворачивает концепцию своего бренда, меняется, из консервативного строгого банка, поход в который всегда ассоциируется с чем-то неприятным, становится современным и готовым к дальнейшему развитию бренд. В наши дни мы можем видеть, как преобразовался бренд и как изменилось представление о Сбербанке у клиентов: приятный интерьер офиса оборудован удобными местами для ожидания, работает электронная очередь, отзывчивый персонал всегда улыбается, разработано универсальное мобильное приложение. Это ставит Сбербанк выше его конкурентов и влияет на финансовые показатели в лучшую сторону. Так, в 2009 г. прибыль составила 21,7 млрд руб. по стандартам РСБУ и 24,4 млрд руб. – по стандартам МСФО [5]. По итогам 2018 г. чистая прибыль без учета событий после отчетной даты составила 811 млрд руб. [6].

Еще одним заметным всем примером является попытка ребрендинга Почты России. В 2002 г. компания объявила о серьезной реструктуризации, направленной на создание высокоэффективного, сильного и конкурентоспособного предприятия, оказывающего традиционные почтовые и новые услуги. Характерными чертами компании должны были стать: простота, человечность, чуткость, вежливость, современность, профессионализм, международная компетентность [7]. Однако на момент 2013 г. изменилась, по большому счету, только фирменная стилистика организации. В отделении клиенты наблюдали длинные очереди, закрытые окошки операторов, неприветливый персонал. Письма доставлялись с большими задержками, а попытки оказывать услуги, несовместимые с основной функцией почтового оператора (от торговли моющими средствами до интерактивных услуг), население не поддержало. В 2013 г. (на фоне стабильных убытков) было решено провести уже серьезные изменения бизнес-процессов компании. Был заменен почти весь управляющий состав и налажена логистика, выкуплены огромные площади под терминалы для обработки почтовых отправок, появились места международного почтового обмена в столице, Екатеринбурге и Новосибирске, запущен регулярный почтовый состав. Помимо этого, был проведен комплекс мероприятий по повышению лояльности клиентов к бренду, а именно регулярное информирование об изменениях, обратная связь с клиентами в социальных сетях, разработка приложения для отслеживания почтовых отправок, введение электронных очередей, привлечение блогеров, которые посещали объекты Почты России и выкладывали отчеты в социальные сети. В результате проделанной работы количество негативных отзывов сократилось в несколько раз. Персонал стал приветливее и профессиональнее, почтовые услуги оказываются оперативно, а среди аудитории почти развеяны негативные мифы о Почте России. В 2004 г. объем доходов

«Почты России» составил 27,9 млрд руб., а уже к 2014 г. возрос до 140,354 млрд руб. [8, 9].

Таким образом, мы видим, что в случаях, когда компания подходит к ребрендингу комплексно, со знанием и четкой правильной стратегией, бренд выстреливает на рынке и имеет успех. Для уменьшения случаев провальных мероприятий по смене представления бренда следует обеспечить осознанность и понимание данного явления: обновить информацию в учебных пособиях, по которым обучают профессионалов, проводить квалификационные курсы. А при разработке стратегии проведения ребрендинга обращаться к предшествующим примерам и обращать внимание не только на их внешние преобразования, но и на эмоциональный образ, которым обладает компания.

Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации : федер. закон от 31.12.2001 № 197-ФЗ, ред. от 03.10.2016 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Бизнес: Толковый словарь: англо-русский. М. : ИНФРА-М, 1998. С. 155.
3. Гукова А. В., Патуева В. В. Ребрендинг: сущность и инструментарий // ИЗВЕСТИЯ ВолгГТУ. 2009. Т. 4. № 3. С. 26.
4. Словарь основных маркетинговых терминов и понятий [Электронный ресурс] // Sostav.ru. URL: <http://www.glossostav.ru/word/1294>.
5. Сбербанк в 2009 году показал рекордную сумму доходов [Электронный ресурс] // URL:<https://www.klerk.ru/bank/news/177816>.
6. Журнал «ПЛАС» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plusworld.ru/about>; <https://www.plusworld.ru/daily/banki-i-mfo/za-2018-god-sberbank-zarabotal-811-mlrd-rub-chistoj-pribyli>.
7. Меркулов С. А. Ребрендинг в России: от эффективного к эффективному // Российское предпринимательство. 2011. Т. 12. № 5. С. 80–86.
8. Годовой отчет ФГУП «Почта России». 2004.
9. Годовой отчет ФГУП «Почта России». 2014.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ БИЗНЕСА НА УСЛОВИЯХ ФРАНЧАЙЗИНГА

К.О. Леснов*

Научный руководитель О.В. Карпычева

Сибирский федеральный университет

Франчайзинг как форма расширения бизнеса пользуется неизменной популярностью. Среди преимуществ франчайзинга можно назвать готовность бизнеса «под ключ», известность марки компании-франчайзера, продуманность концепции бизнеса и др. О популярности франчайзинга как формы ведения бизнеса свидетельствует анализ, полученный с помощью инструмента Google Trends. Тематика поискового запроса была сформулирована следующим образом: «франшиза купить». Результаты представлены на рисунке.

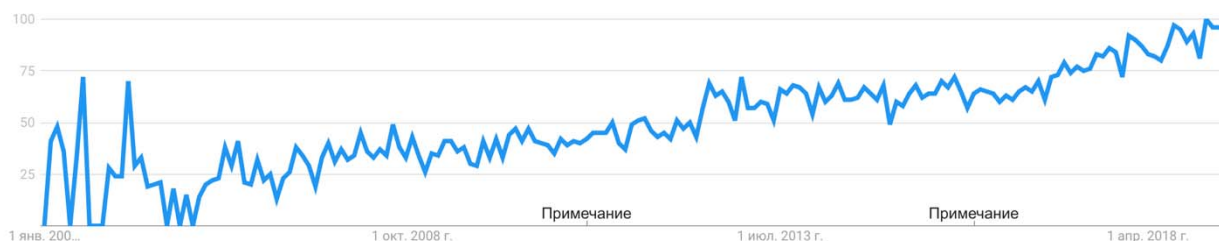


Рис. Результаты поискового запроса по тематике «франшиза купить» с помощью инструмента «Google Trends»

Результаты анализа показывают положительную динамику с 2004 г. При этом рынок франшиз можно рассматривать как отдельный рынок со своим потребительским поведением и спецификой. В данном случае товаром выступает готовый бизнес. И специфика продаж данного товара тоже отличается от классического подхода. Одни из основных отличий – это долгий цикл сделки, низкая конверсия в продажу и высокий порог вхождения. Также сам по себе продукт достаточно сложный.

Говоря об особенностях потребительского поведения, не стоит забывать о формирующих его факторах. Исследования говорят о том, что потребители принимают решения во взаимодействии рациональных и эмоциональных факторов. Однако в случае потенциальных покупателей франшиз можно говорить о преобладании рациональности в принятии решений. Потребители сравнивают условия франчайзинговых предложений с позиций коммерческой выгоды, известности марки, проработанности самого предложения, факторов рыночного спроса и др. Таким образом, можно говорить об определенной доле потребительского скептицизма в отношении предоставляемой информации. Для ком-

* © Леснов К.О., 2019

пенсации потребительского скептицизма необходимы «прозрачность» внутренних процессов бизнеса, максимально упрощенная финансовая модель и четкий алгоритм открытия.

В связи с трендами мирового маркетинга, которые говорят нам о том, что потребитель уходит в Интернет, франшизы также продаются посредством интернет-маркетинга.

Все вопросы, которые возникают у потенциального потребителя в процессе принятия решения, будем обозначать как возражения.

Одним из лучших способов обработки возражений является создание конверсионной посадочной страницы. Страница должна содержать информацию о торговой марке, источниках и размерах поступления денежных средств, размерах паушального взноса и роялти, а также условий их выплаты, показателях окупаемости инвестиций.

Объектом исследования выступило рекламное агентство «А-force». В процессе деятельности агенство занималось продвижением четырех франшизных проектов: «Макбургерс» (ресторан быстрого питания), «White and smile» (студия косметической стоматологии), «Форд Баярд» (детский игровой центр), «Сафари клуб» (сеть соляриев).

В процессе работы были протестированы следующие виды посадочных страниц: одноэкранный сайт, инстаграм, одностраничный сайт, страница Вконтакте. Самый лучший результат по качеству заявок показал одностраничный сайт в связке с контекстной рекламой. Также тестировалась связка одностраничный сайт – таргетированная реклама. В данном случае количество заявок было больше, однако их качество было ниже за счет особенностей клиентов, приходящих из социальных сетей посредством таргетированной рекламы.

Таким образом, наиболее оптимальный вариант – это одностраничный сайт. Формат одностраничного сайта подразумевает общение с потенциальным покупателем франшизы в формате «что вы получите».

Заявки из контекстной рекламы – это клиенты с уже сформированным спросом, простым языком «горячие». Как показывает практика, конверсия в данном случае выше, чем с таргетированной рекламы.

Заявки с таргетированной рекламы – это работа с еще не сформированным спросом (в данном случае мы рассматриваем первое касание, то есть ретаргет в этом случае в расчет не берем).

В таблице представлена информация, содержащая характеристики источников трафика.

В краткосрочной перспективе, привлекая заявки посредством таргетированной рекламы, рекламодатель выигрывает в цене, однако проигрывает в долгосрочной перспективе. Отследить окупаемость маркетинговых вложений представляется возможным только в том случае, если имеется детальная аналитика по проекту. Как минимум CRM-система, но более эффективной является система сквозной аналитики (например, Roistat), которая позволяет отслеживать источник трафика, вложения в него и его окупаемость.

Характеристики источников трафика

Характеристика	Таргетированная реклама	Контекстная реклама
Метод оплаты	За 1000 показов	За клик
Тип трафика	Холодный	Теплый/горячий
Оффер	Бесплатная полезность (книга/бизнес план/финансовая модель)	Можно (и нужно) продавать напрямую
Готовность к покупке	Спрос не сформирован	Спрос сформирован
Подтверждаемость заявок	От 40 %	От 70 %
Цена заявки (исходя из практики)	От 40 руб.	От 200 руб.

Таким образом, опыт использования интернет-маркетинга позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективной связкой для привлечения заявок является сайт (с учетом поведенческих особенностей клиентов) и контекстная реклама. Однако при достаточном объеме ресурсов лучше использовать комплексный подход к продвижению.

Список литературы

1. Услуги стратегический консалтинг, графический дизайн, анализ данных: сайт. URL: <http://www.experian.ru.com/marketingovye-uslugi/uslugi.html>.
2. CRM системы: рейтинг 2018, которого не существует: сайт. URL: <https://in-scale.ru/blog/crm-sistemy-rejting-2017.html>.
3. Маркетинг услуг: в чем отличие между услугами и реальным товаром: сайт. URL: http://marketnotes.ru/about_marketing/servise.

ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ В МАРКЕТИНГЕ

В.Р. Остапенко*

Научный руководитель Л.С. Драганчук
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Во многом успех и эффективность бизнеса зависят от привлечения и удержания клиентов. Однако привлечь внимание потребителей становится все сложнее: усиливается конкуренция, происходят изменения рынка, постоянно появляются новые способы продвижения бренда, в основном, взаимосвязанные с интернетом или с использованием смартфонов, поскольку растет вовлеченность людей в глобальную сеть. Однако в постоянном потоке информации и среди ярких красок рекламы и лозунгов снижается концентрация внимания человека. Становится все сложнее привлечь внимание потенциального покупателя к бренду и товару, заинтересовать рекламой или акцией. Одним из современных инструментов, которые компании используют для решения этих проблем, является геймификация (или иначе игрофикация).

Геймификация – это использование игровых элементов и механик в неигровых процессах. Данный термин предложен Н. Пеллингом в 2002 г. Бизнес-сообществом он начал использоваться только с 2010 г. К этому времени был накоплен положительный опыт практического применения геймификации, хотя отдельные элементы использовались уже с 1987 г. («Макдональдс», «Сирз и Робук», «Братья Рюкхайм» и др.).

Элементами геймификации могут являться программы лояльности для потребителей и различные калькуляторы расчета (расчет кредита, заказа и т. д.). Игровые механики – это составляющие системы наград для участников геймификации. К ним относятся:

- достижения (баллы, очки, медали, бонусы) могут быть виртуальными или материальными;
- уровни являются некой иерархией статусов, достижение которых открывает новые возможности участникам;
- рейтинги (или лидерборды) делают возможным сравнение игроков между собой, что добавляет соревновательный элемент в игру;
- бейджи служат виртуальными наградами, которые измеряют активность игроков;
- виртуальная валюта используется в качестве средств, которые получает игрок и которые он может использовать в онлайн-магазине или обменять на скидку от компании.

Неигровой контекст означает, что геймификация, в первую очередь, ориентирована на цели бизнеса. К примеру, «игроки» (потребители компании) не

* © Остапенко В.Р., 2019

просто вовлечены в игру, а изучают историю бренда компании. Они не должны уходить в мир фантазии, они должны больше заинтересоваться продуктом или брендом в целом.

Можно выделить три основных функции, которые выполняет геймификация в маркетинге:

- обеспечение осведомленности о продукции, бренде или компании;
- изменение поведения потребителя (к примеру, повышение его активности);
- повышение лояльности.

Особенность использования геймификации на практике заключается в том, что основные группы потребителей, на которых направлено внимание маркетологов, – это поколения Z и Y, которые выросли на играх. Также выделяется три причины, по которым бизнес должен рассмотреть возможность применения геймификации. Первая причина – это вовлеченность. Вовлеченность – это степень ощущения человеком важности, вызванной стимулами в рамках специфической ситуации. Также вовлеченность можно объяснить на уровне гормонов, поскольку игры активируют выработку гормона дофамина, который вызывает чувство удовольствия. Иначе говоря, процесс игры можно представить следующей последовательностью, изображенной на рисунке.

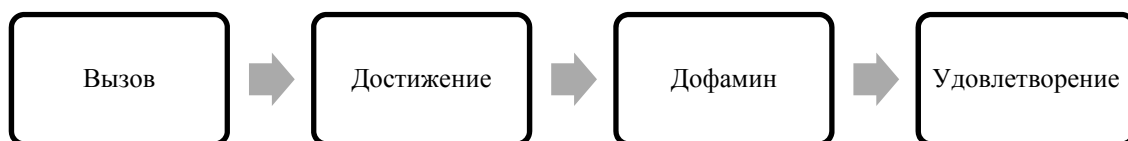


Рис.

Однако стоит позаботиться о том, чтобы этот цикл не был слишком долгим, иначе назначение геймификации будет утеряно.

Вторая причина – эксперименты. Через геймификацию познается пространство возможностей потребителя в поле бренда. Стоит заметить, что познание и распространение инноваций отлично вписываются в постоянно изменяющийся современный бизнес.

Третья причина – реальные результаты компаний, применивших геймификацию как инструмент продвижения своего бренда или продукта. К примеру, сеть быстрого питания «McDonald`s» благодаря ежегодной игре «Монополия» добивается роста доходов на 5,5 % в месяц, образовательный сайт «LinguaLeo» с внедрением игровых элементов увеличил число активных пользователей на 30 %, проведение магазином электроники «М-Видео» email-кейса с возвратом инвестиций 760 %.

Помимо этого, эксперты британской организации «Gamification Nation» считают, что компании только начинают осознавать, что такое геймификация и прогнозируют, что концепция применения игровых методик на практике будет

активно распространяться как в сети Интернет, так и в мобильных приложениях.

Результаты нашего исследования применения геймификации на примере розничного магазина дают возможность полагать, что такое воздействие на потребителя достаточно эффективно и отражается позитивно на увеличении их активности.

Список литературы

1. Вербак К., Хантер Д. Вовлекай и властвуй. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2015. 207 с.
2. Зикерманн Г., Линдер Дж. Геймификация в бизнесе. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. 272 с.
3. Маркеева А.В. Геймификация в бизнесе: проблемы использования и перспективы развития // Лидерство и менеджмент. 2016. Т. 2. № 3. С. 169–190.
4. Dale S. Gamification: Making work for fun, or making fun of work // Business Information Review. 2017. № 31 (2). P. 82–90.
5. Драганчук Л.С. Поведение потребителей. М. : Инфра-М, 2016. 192 с.

Key Issues of Natural Sciences

THE RELEVANCE OF AERIAL MAPPING IN 2019

Y.A. Evstifeykin *

Language adviser A.V. Veretennikova
Senior lecturer

Siberian Federal University

Reality 3D-models, Lidar points clouds, superhigh-resolution aerial imagery and artificial intelligence from aerial imagery... these are just a few of the products derived from aerial mapping that the GIS sector takes for granted in 2019. Despite the plethora of high-resolution Earth observation satellites and the exponentially increasing impact of drones on the aerial mapping sector, most large and medium-scale 'topographic' or GIS map data is still derived from manned aircraft, whether fixed-wing or rotary. But the multitude of systems and processes can make selecting the correct aerial mapping technology a complicated and confusing process.

The beginning of the 'digital era' around the turn of the 21st century saw the commercial introduction of airborne Lidar systems that directly measured thousands of ground points per second, along with the move to fully digital cameras and high-powered computers for data processing.

The last decade years has seen the development of more and varied airborne sensors and downstream digital production. Data capture and production is faster and more cost-effective than ever. Aerial mapping and the multitude of derived products mean that users have more options to map, measure, visualize and interpret the natural and built environment than ever before.

Imaging Sensors

Today's aerial cameras can capture hundreds of megabits of data per second, with resolutions ranging from 70cm to 1-2cm and coverages of up to 1,000km per hour. Aerial cameras come in a range of configurations, from conventional vertical-looking cameras to sweeping and push-broom sensors (similar to satellite imaging sensors), vertical and oblique configurations and focal lenses supporting high and low-level aerial mapping applications. Most modern aerial camera sensors incorporate an integrated positioning system that provides extremely precise absolute camera position (X, Y, Z) and camera orientation (pitch, roll and drift angle) information for each camera exposure (image). The integration of high-quality positioning systems from companies such as Applanix with its POS AV range provides a direct georeferencing ability that dramatically reduces the need for ground control and test points to accurately 'position' the aerial survey. Many aerial cameras also incorporate a gyro-stabilized mounting system that enables the aerial camera system to maintain a consistent (almost perfectly stable) orientation, irrespective of the angle of the aircraft. Such systems help to improve the quality of aerial imagery as well as the downstream data processing.

* © Evstifeykin Y.A., 2019

Vertical Image Sensors (Aerial Cameras)

Despite the large variety of aerial sensors now available, the vertical aerial camera capturing overlapping (stereoscopic) imagery remains the most common aerial imaging system in use. The general applications range from wide-area imaging and mapping, right down to very-high-resolution, small-area and linear (corridor) mapping.

High-resolution Imaging Sensors

Small-area, high-resolution (7.5cm to 20cm) and very-high-resolution (< 7.5cm) aerial imaging has exploded in popularity over the past ten years. Ever-higher-resolution digital sensor arrays, digital motion compensation, decreasing sensor size, weight and cost, and ongoing exponential increases in computer processing and storage mean that the capture and processing of high-resolution aerial imaging has never been easier or more affordable – not to mention the impact of drones on this market segment.

Applications for high-resolution aerial mapping include both area-based (e.g. city-wide mapping or full-site mining survey) projects and linear-based ones (e.g. existing roads, railways or power lines or planned linear infrastructure). As per wide-area aerial imaging, the (very) high-resolution digital orthophoto or orthomosaic has become the de facto base map or product for high-resolution aerial imaging. Applications for this sector include municipal mapping for engineering, town planning and asset management, maintenance of existing infrastructure and planning for new infrastructure (e.g. roads, rail, pipelines, renewable energy projects), mining, quarry and stockpile mapping, forestry and agriculture, etc.

Lidar Sensors

The emergence of airborne Lidar sensors in the early 2000s has revolutionized aerial mapping. Lidar sensors ‘shoot’ hundreds of thousands of laser pulses per second to the ground, effectively providing hundreds of thousands of direct distance measurements per second.

Like aerial imaging sensors, most airborne Lidar sensors are now optimized for either wide-area coverage or small-area or corridor mapping coverage. Although more and more suppliers are emerging, the major suppliers of airborne Lidar systems remain Leica, RIEGL and Optech. Each supplier provides a range of instruments, varying in power, Lidar pulse rate, scan angle and scan rate, flying heights and weight/size, to suit a variety of applications and platforms.

Modern Lidar systems have significantly evolved over the past few years. This results in greater point densities (4 to 10 points per square metre is now common) and faster capture rates. Point densities of 20 to 50 points per square metre are now routinely achievable, although there is a notable tradeoff between point density and capture time/cost.

Whilst modern digital aerial cameras and photogrammetric software can now generate very high-accuracy and high-resolution DSMs, Lidar remains the most appropriate tool for mapping terrain in areas covered by vegetation such as scrub or fo-

rests, or where multiple ‘surface returns’ are required such as in powerline or forestry mapping applications.

Drone Mapping

There is absolutely no doubt that unmanned aerial vehicles or ‘drones’ are set to revolutionize the aerial mapping industry. There are literally hundreds of affordable commercial drones available. Coupled with a small vertical-looking camera or oblique camera systems and modern photogrammetric software, drones can create highly detailed maps, often at significantly lower cost than conventional mapping. Drones fitted with Lidar systems are now also becoming commonplace. However, drones are restricted in their use and application by multiple factors, including:

- where they may fly (generally not in highly urbanized areas or within Civil aviation-controlled zones and generally not beyond visual line of sight);
- the size and weight of the sensor they can carry;
- the flying time for each flight;
- the flying altitude and hence coverage area for mapping.

Products and Application

As has been discussed above, the range of products and applications that can be derived from aerial mapping is constantly expanding. Image and point data resolutions continue to increase, orthophoto mosaics are a standard product, discrete 3D city models such as those specified by the Open GIS Consortium (OGC) CityGML standard have become increasingly common. Cities such as Singapore have based their entire ‘smart city’ framework on a very-high-resolution 3D city model built from aerial mapping techniques (Figure).



Fig. 1. Singapore’s ‘Virtual Singapore’ project is based on a framework of highly accurate 3D city models built from aerial mapping.

The relatively new 3D reality mesh models have created a quite an impact over the past few years and will continue to develop rapidly. Reality models can be generated rapidly and have found significant use in areas including infrastructure and construction as well as 3D city mapping.

Conclusion

Aerial mapping continues to be a highly relevant, efficient and effective means to capture high-quality, highly accurate data for GIS and mapping applications. The range of sensors and derived products continues to expand, whilst the range of applications appears almost limitless.

References

1. Nicholls B., Kruiemel D. About the relevance of aerial mapping, with the help: site. URL: gim-international.com.
2. Virtual Singapore: site. URL: <https://www.nrf.gov.sg/programmes/virtual-singapore>.
3. DRONES: protecting airports and aircraft: site. URL: <https://www.asi-mag.com/drones-protecting-airports-and-aircraft>.

**THE DESTRUCTION OF ROCKS
BY ECCENTRIC IMPACT PULSES**

A.E. Golovchenko*

Research advisor V.V Neskorumnyh
Doctor of Technical Sciences, Professor

Language advisor E.I. Fomina, Senior Lecturer

Siberian Federal University

Rotary percussion drilling with down-the-hole (DTH) hammer machines is one of the most productive mechanical methods for drilling hard rocks from currently known, the production volumes of drilling with this method increase every year. The destruction of rocks during the rotary percussion drilling method is a complex multifactorial process being realized mainly by the impact, while the thrust and rotation frequency perform a supporting role, and the productivity is regulated by the pressure of the cleaning agent – compressed air or gas-liquid mixture [1, 2].

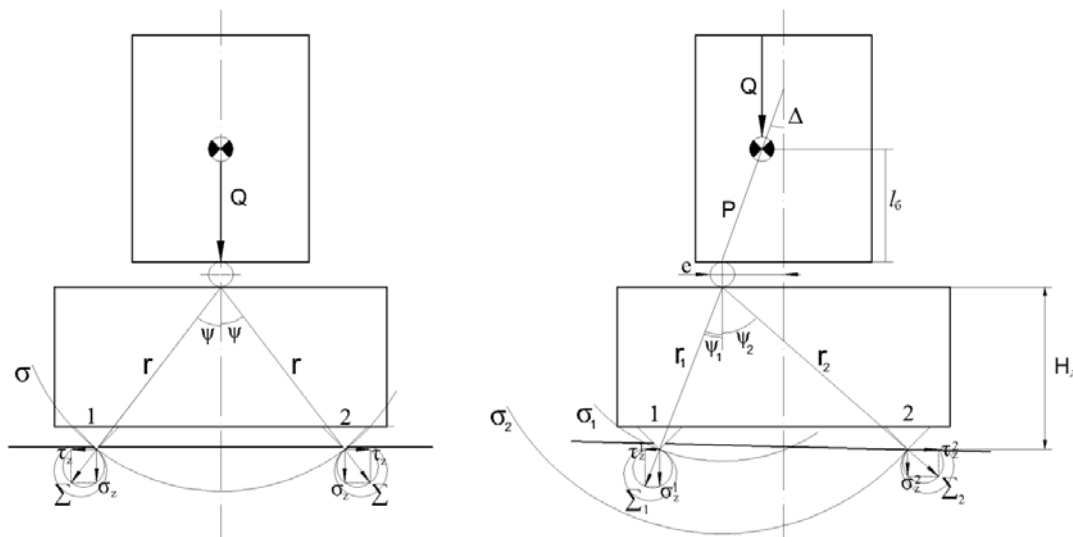


Fig. 1. Scheme of transmission of impact pulses and the creation of stresses under the pick during a point impact

The optimal application area of rotary percussion drilling of wells with DTH hammers is known to be wells of various types and targets depth up to 300 meters. This limitation is caused by the parameters of commercially available high-pressure compressors, as the pressure values of the cleaning agent they provide do not allow the removal of sludge from the bottom of deeper wells. One of the methods for increasing the depth of drilling without intensifying the operational parameters is to change the mechanism of rock destruction at the bottom of the well due to the fact that applying impact pulses with a certain eccentricity will improve the productivity

* © Golovchenko A.E., 2019

of drilling. The special feature of the mechanism of rock destruction by eccentric impact pulses compared with the destruction by the central impact is the addition to axial crushing and crumpling of the chipping rock due to the movement of pick along the bottom of well [2].

With the traditional destruction of rocks in the conditions of the rotary percussion method of drilling wells, normal perpendicular to the plane of the bottomhole stress are realized. If the impact is applied to the bit with eccentricity, tangential (shear) stresses will be added to the normal stresses in the rock acting in the plane of the bottomhole [2]. In general, the equation for determining the stresses under the pick in case of a point eccentric impact (according to the theory of J.V. Boussinesq) according to the scheme in Fig. 1 has the following form:

$$\sigma_i = \frac{3 \cdot Q \cdot \cos^2 \Psi_i \cdot \cos^2 \Delta}{2 \cdot \pi \cdot r_i^2}$$

During the central impact, the stresses under the pick are equal, which creates conditions for obtaining hole of destruction of the same size. With an eccentric impact $\sigma_z^1 \triangleright \sigma_z^2$ (Fig. 1), this determines the unevenness of the destruction of the rock and creates the conditions for the curvature of the well. It is also noted that the maximum values of stresses with eccentric impact are higher, and the minimum values are significantly lower than the level of stresses obtained with a central impact.

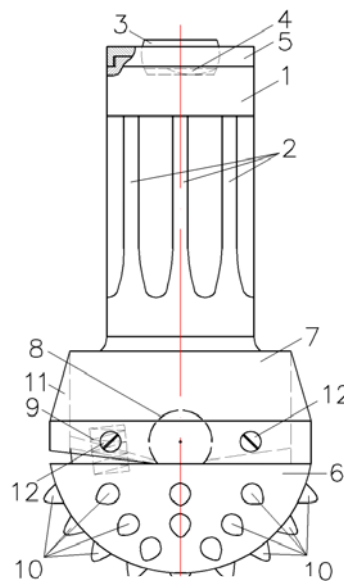


Fig. 2. Schematic scheme of the bit for rotary percussion drilling

To implement the mechanism of destruction of ductile medium-hard rocks by eccentric impact pulses, a bit design has been developed, shown in Fig. 2. The principle of operation of the bit is as follows – the torus washer 3 with its upper end perceives the central impact impulse from the DTH hammer, transmitting the bit shank 1 (equipped with splines 2 for connecting with the DTH hammer) the eccentric impact impulse by means of the eccentric protrusion 4 at its bottom. The torus washer

is fastened by screwing the locking washer 5 onto the bit shank. Turning the torus washer removes the bending moment from the bit shank. The eccentric impact pulse imparted to the shank is transmitted to the fixed part of the bit head 7, causing its hemispherical movable part 6 to rotate at a certain angle (by connecting the movable and fixed parts of the bit head with the help of the hinge 8) in the plane of an eccentric impact. For assembling movable and fixed parts of the drill bit head, the design is equipped with a cylindrical washer 11 fixed to the bit head with bolts 12. Turning the movable hemispherical part of the bit head provides tangential impact forces that change the shape of the holes of destruction, increase their size and provide the separation from the bottom of the well of the rock mass, which has experienced a destructive action, is separated by cracks, but is still held in the holes of destruction by the forces of its internal connections. To return the moving hemispherical part of the bit head to its original position after the end of the destruction cycle, the bit is equipped with an elastic element 9. Using the bit design for rotary percussion drilling according to the scheme in Fig. 2 will increase the productivity of rock destruction at the bottom of the well with the same value of pressure cleaning agent.

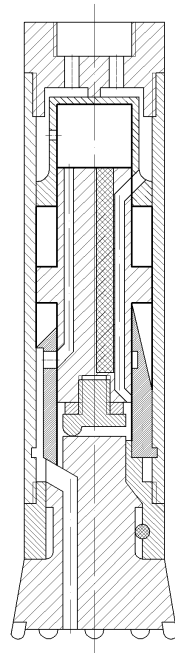


Fig. 3. Scheme of the device for directional drilling by the rotary percussion method

Besides, under the condition of oriented eccentric application of impact pulses, the direction of the well can be controlled. For this purpose, the design of the DTH hammer being upgraded, shown in Fig. 3. This DTH hammer – diverter will allow to control the direction of the well with high accuracy and performance. This downhole percussion mechanism provides a set of curvature by applying eccentric impact impulses to the bit. The essence of the method of changing the direction of the well is that the eccentric point application of impacts from the side of the DTH hammer on the rock cutting tool provides uneven destruction of the downhole. The unevenness of

the destruction of the downhole, namely, the different depths of the introduction of the pick into the rock creates the skew angle of the downhole, which determines the direction of the curvature. Thus, the method of directional drilling by applying eccentric impact pulses is that for a set of curvature of a certain direction, the impact should be applied to the rock cutting tool from the side opposite to the direction of curvature. A tilting moment is then transmitted to the rock cutting tool, equal to the product of the impact force over the distance from the tool axis to the point of impact.

One of the key points of this design is the accuracy of the orientation of the impactor with a displaced center of mass in the apsidal plane. In the process of work, the moment of displacement, M_{cm} , acts on an impactor, orienting the impactor to a position in which the center of gravity takes place in the apsidal plane of the well and the friction moment M_{fr} , which prevents orientation. In [4], the option of reducing the friction moment of a pair of an impactor – the body of a DTH hammer by coating parts from solid porous metal with the aim of reducing M_{fr} was considered.

Using eccentric impact impulses is a new, promising mechanism for the destruction of rocks, which differs from the traditional one realized by impact impulses with zero eccentricity by the presence of tangential shear forces that affect the shape and size of the holes of destruction.

At this stage of development of the technology and drilling equipment, practical implementation of the mechanism for the destruction of rocks by eccentric impact pulses into production has not been made yet, as it requires more detailed study of technical means. The existing level of development of mechanisms is reflected in the patent for utility model No. 172743 “Device for directional rotary percussion drilling”, patent for invention No. 2682824 “Drilling bit for rotary percussion drilling”.

References

1. Bu C., Qu Y., Cheng Z., Liu B. Numerical simulation of impact on pneumatic DTH hammer percussive drilling. *Journal of Earth Science*. 2009. Vol. 20. № 5. P. 868–878. DOI: 10.1007/s12583-009-0073-5.
2. Neskromnyh V.V. Razrushenie gornyh porod pri provedenii geologorazvedochnyh rabot (destruction of rocks during exploration): uchebnoe posobie. Krasnojarsk: Sib. feder. un-t, 2015. 396 p.
3. Golovchenko A.E. Ispol'zovanie vnecentrennoj udarnoj nagruzki dlja povyshenija proizvoditel'nosti processa burenija i upravlenija napravleniem skvazhiny (use of eccentric impact load to improve the productivity of the drilling process and control the direction of the well) // Problemy nedropol'zovanija: Sbornik nauchnyh trudov. Chast' II / Sankt-Peterburgskij gornyj uni-versitet. SPb, 2018. P. 262.
4. Patent No. 172743 RF. Neskromnyh V.V., Golovchenko A.E. Ustrojstvo dlja napravlennogo udarno-vrashhatel'nogo burenija (Device for directional percussion drilling). Opubl. 21.07.2017 Byul. N 21.

LUMINESCENT DETERMINATION OF ELEMENTS

Y.D. Hillo*

Scientific supervisor V.N. Losev
PhD in Chemistry, Professor
Language advisor E.I. Fomina
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Rare-earth elements (REE) have unique chemical and physical properties. Rare-earth elements are used in various industries. Determination of low concentrations of rare-earth elements in various natural and man-made objects remains an urgent task. Due to the complexity of the matrix the direct determination of trace amounts of REE directly in natural objects is difficult. It is necessary to conduct a preliminary stage of concentration of REEs and their separation of matrix components.

Among the wide variety of sorbents, silica-based sorbents deserve special attention. Silicon oxide is a convenient matrix for the synthesis of sorbents with different functional groups, characterized by stability in dilute solutions of acids and alkalis, lack of intrinsic color and luminescence, thermal stability, non-swelling in various solvents. The proposed silica grades are characterized by different textural characteristics (shape and size of particles, pore diameter, specific surface area). To obtain sorbents based on silica, two methods are predominantly used: covalent (chemical) and non-covalent fixation of functional groups. The advantage of the first method is the strong fixation of groups on the surface of silica, which allows the use of sorbents in a wide range of acidity. The second method is simpler and consists of sequential treatment of the silica surface with reagent solutions that are fixed on the surface due to the formation of a hydrogen bond and / or non-covalent interactions – electrostatic, hydrogen, Van-der-Waals [1].

One of the most effective methods of concentration is sorption. Rare-earth elements form luminescent complexes with 8-hydroxyquinoline derivatives. Well-soluble in water was used as an organic reagent, 7-iodine-8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid (ferron) was a non-toxic substance. Modification of SiO₂-PHMG ferron was carried out in a static mode.

Luminescent determination of elements is characterized by high sensitivity, selectivity and ease of implementation. The combination of pre-sorption preconcentration followed by luminescent determination of elements directly in the phase of the sorbent allows improving metrological characteristics and eliminating the effects of matrix components [2].

The adsorbent based on silica modified with polyhexamethylene guanidine and 7-iodine-8-hydroxyquinoline-5-sulfonic acid (SiO₂-PHMG-ferron) was proposed for the sorption-luminescent determination of Y(III).

* © Hillo Y.D., 2019

The complex of Y(III) with reagent on the surface of the sorbent was formed at $\text{pH} > 5$ and luminesced in yellow-green color ($\lambda_{\text{ex}} = 338 \text{ nm}$, $\lambda_{\text{em}} = 490 \text{ nm}$).

The pH range of the quantitative Y (III) extraction ($> 98 \%$) coincides with the range of the maximum luminescence intensity and is pH 5–7 (Fig. 1).

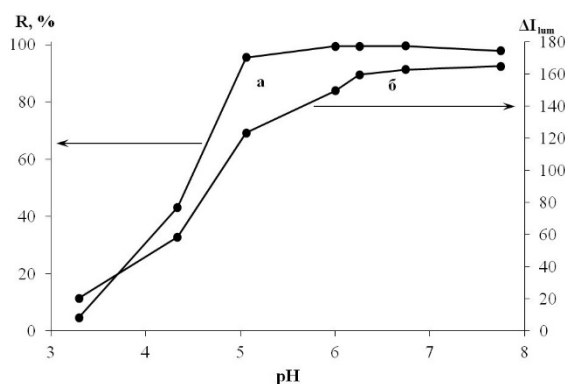


Fig. 1. Dependence of the degree of extraction of Y(III) SiO₂-PHMG-Ferron (a) and the luminescence of the surface complex (b) on pH ($C_{\text{Y(III)}} = 0.25 \text{ } \mu\text{g/ml}$, $V = 10 \text{ ml}$, $m_{\text{sorb}} = 0.1 \text{ g}$, $t = 15 \text{ min}$)

The time for the establishment of sorption equilibrium for SiO₂-PHMG-Ferron with respect to Y(III) ($R > 98 \%$) and the development of the maximum radiation intensity of the surface complex does not exceed 10 minutes. The amount of ferron fixed on the surface of SiO₂-PHMG is $2.80 \text{ } \mu\text{mol/g}$. The sorption capacity of SiO₂-PHMG-Ferron, according to Y(III), was determined from the horizontal portion of the sorption isotherm and is $0.68 \text{ } \mu\text{mol/g}$. Comparison of the amount of the reagent fixed on the surface with the sorption capacity of SiO₂-PHMG-Ferron for Y(III) suggests the composition of the complex on the surface $\text{Me}:\text{R} = 1:4$. The formation of the luminescent complex Y(III) on the surface of SiO₂-PHMG-Ferron and the increase in the luminescence intensity at 490 nm were used as the basis for the development of a sorption-luminescent method for determining Y(III). The dependence of the luminescence intensity of the surface complex on the Y(III) concentration is shown in Fig. 2

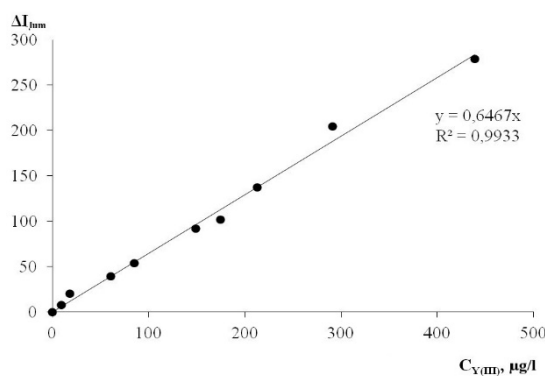


Fig. 2. Dependence of the luminescence intensity of the Y(III) surface complex with SiO₂-PHMG-Ferron on the concentration of Y(III) in solution ($V = 10 \text{ ml}$, $\text{pH} = 6$, $m_{\text{sorb}} = 0.1 \text{ g}$, $t = 15 \text{ min}$)

The detection limit is Y(III), calculated by the 3S criterion is 2 µg/l (n=5, Sr=0.5, P=0.95). The range of detectable contents is 6-500 µg/l (concentration factor 10). The determination of 2 µg Y(III) on the surface of 0.1 g of SiO₂-PHMG-Ferron at pH 6 does not interfere with 500-fold amounts of Na(I), K(I), Mg(II), Ca(II). The sorption-luminescent determination of Y(III) does not interfere with the salt background created by the anions SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻, CO₃²⁻ up to 2 g/l. On the basis of the data obtained, a sorption-luminescence method for determining Y(III) using SiO₂-PHMG-Ferron in solutions was developed. The correctness of the developed methodology is confirmed by an independent mass spectrometric method with an inductively coupled plasma analysis method.

References

1. Losev V. N., Buyko O. V., Trofimchuk A. K., Zuy O. N. Silica sequentially modified with polyhexamethylene guanidine and Arsenazo I for preconcentration and ICP-OES determination of metals in natural waters // *Microchemical Journal*. 2015. V. 123. P. 84–89.
2. Hu F. Synthesis, characterization and luminescence properties of Eu(III) and Tb(III) complexes with novel pyrazole derivatives and 1,10-phenanthroline // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 2010. V. 75. P. 825–829.

THE MAP OF DANGEROUS GEOLOGICAL PROCESSES IN THE ACADEMGORODOK

E.M. Karnaukhov*

Language supervisor A.V. Veretennikova
senior lecturer

Scientific adviser O.Y. Perfilova
Cand. of geol.-mineral Sciences

Siberian Federal University

Since 2013, members of the geological club of gymnasium № 13, as well as students of SFU, has been carrying out monitoring of dangerous geological processes (suffusion, erosion, slope processes, weathering, and anthropogenic geological processes) on the Academgorodok area. At the locations with the, processes we did visual and photographic control of changes. In 2015, author, together with Vasily Makhlaev compiled the first map of dangerous geological processes on the territory of Academgorodok based on the results of these researches. This map had no graduation on this processes, it keep on information only about it qualitative characteristics. Then in 2018, we began to upgrading this map in order to display the intensity of the processes on the Academgorodok territory.

This work consists in observes to the dynamics of dangerous geological processes and assessment of the intensity of suffusion, erosion, weathering, slope processes in the Academgorodok.

Object of observes: the territory of Academgorodok in the Oktyabrsky district of Krasnoyarsk. This territory was chosen because authors live on it.

Subject of observes: manifestations (nature, intensity, results) of dangerous geological processes in the Academgorodok territory.

Innovations of this work based on a scale of intensity of dangerous processes. What is more, we created a map of dangerous geological processes for the Academgorodok area. It was created for the first time based on a comprehensive study and long-term monitoring of their manifestations.

The most practical and important thing is the development of methods for mapping dangerous geological processes and creating scales for assessing the intensity of this processes. The map created by authors can be used as a basis for recommendations for minimizing effects of hazardous geological processes on structures and road surfaces. This recommendations can contribute to an increase the durability of the road surface and buildings.

In conclusion, author and members of the geological club of gymnasium № 13 continue this monitoring in Academgorodok and will try to monitoring another places. For example, Svobodnyi Pr. and Kirenskogo str. also has many places with processes which can be observed. Pr. Krasnoyarskii rabochii has development of ad-

* © Karnaukhov E.M., 2019

ditional processes like frost weathering and frost blisters, so we will need to create additional symbols for map.



Fig. 1. Map of the dangerous geological processes on the High Academgorodok

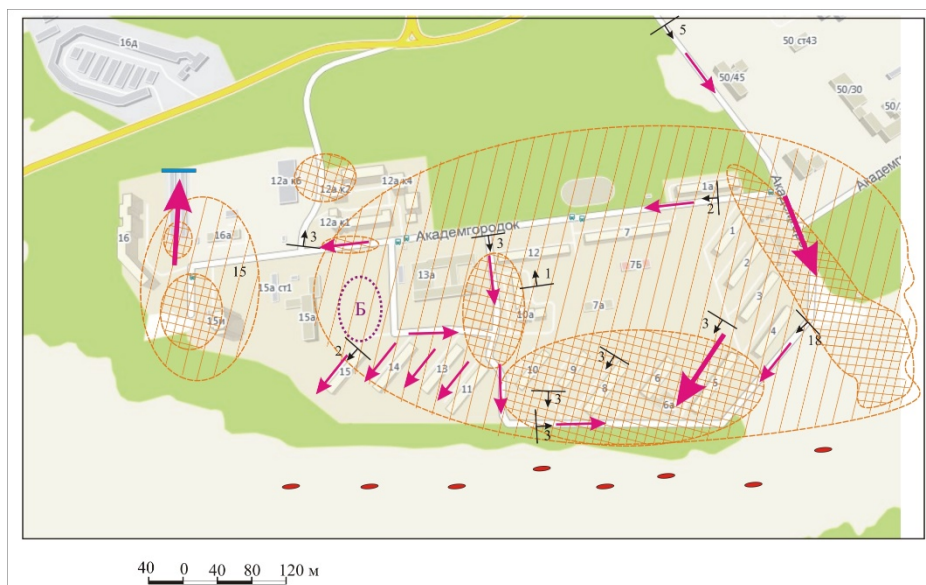


Fig. 2. Map of the dangerous geological processes on the High Academgorodok

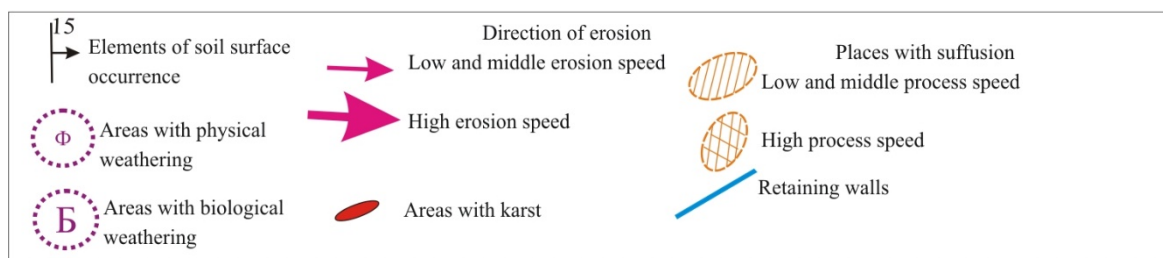


Fig. 3. Legend

References

1. Karnaukhov E. M. Manifestations of dangerous geological processes in Oktyabrsky District of Krasnoyarsk, *Geography and Geoecology in the Service of Science and Innovative Education: materials of the VIII All-Russian scientific and practical conference with international participation, is devoted to World Earth Day and the Russian Year of Environmental Protection*, 2013, Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University V. P. Astaf'eva, 2013, 200–202 (in Russian) <http://elibrary.ru/item.asp?id=25864671>.
2. Makhlaev M. L., Perfilova O. Yu., Batin Yu. S. Manifestations of actual natural geological processes at the range of landscape-ecological monitoring "Long mane", *Geography and Geoecology of Siberia. Materials of the All-Russian Scientific Conference, confined to the Earth Day and the 100th anniversary of the Tunguska phenomenon*. Issue 3, Krasnoyarsk State Pedagogical University. V. P. Astaf'eva, Krasnoyarsk, 2008, 125–130 (in Russian).
3. Makhlaev M. L., Neustroeva V. V., Perfilova O. Yu. *"The Long Griva": intercollegiate polygon of landscape-ecological monitoring: natural complexes, geology, development of forecast*, Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University of V.P. Astaf'eva, 2014, 260 (in Russian).
4. Sazonov A. M., Tsykin R. A., Ananiev S. A., Perfilova O. Yu., Makhlaev M. L., Sosnovskaya O. V. *Guide to geological routes on the area of Krasnoyarsk*, Krasnoyarsk: Siberian Federal University, 2010, 212 (in Russian).

THE APPLICATION OF GENERAL PHYSICAL PRINCIPLE IN STUDYING THE NATURE OF CHEMICAL ELEMENTS TOXICITY

T.M. Labushev^{1*}

Scientific advisor M.M. Labushev²

PhD, associate professor

Language supervisor E.I. Fomina²
senior lecturer

¹*ITMO University*

²*Siberian Federal University*

Modern natural sciences allow us to formulate a general physical principle: under certain conditions, the number of physical bodies associated with each other and the distribution of their physical quantities correspond to a $\frac{2}{3}$ to $\frac{1}{3}$ ratio. This principle can be applied to compute chemical element toxicity indexes. The aim of our study is to characterize the general scientific nature of the principle. The task is to obtain new knowledge in physics basing on the principle.

We propose modeling an atom nuclei as a cubic structure consisting of 27 elementary cubes ($3 \times 3 \times 3$), each composed of integers ranging from 1 to 8, with their sum equal to 9. By projecting integers on two mutually perpendicular faces of the cube, we obtain 3×3 matrices of integer elements, which are then used to compute the information coefficients of proportionality (Ip) [1]. Generally, if the two coefficients are equal, the nuclear structure model can be assumed to correspond to a chemical element's isotope. This spatial combination is called an isotope state [2]. The third projection of integers, perpendicular to the two, corresponds to another chemical element and marks the common occurrence of the two elements in nature, proposed to be called nuclear affinity [2]. Found in nature in the form of nuggets, certain chemical element shows nuclear affinity for itself.

We propose associating nuclear affinity with the property of toxicity. Drug behavior, as well as toxicity of certain chemical elements and compounds, is explained by the receptor theory. However, chemical elements and chemical compounds often act on cells unselectively, causing toxic effects with their presence only. To explain nonspecific toxicity and perform its overall quantitative estimation, we link toxicity to nuclear affinity uncertainty.

Nuclear affinity uncertainty is calculated using the sum of the relative frequencies of isotope states with respect to radioactive chemical elements with atomic numbers exceeding 95, which presumably do not occur in nature. To illustrate the relationship, we computed isotope states and their occurrence frequency for a random sample of all possible states. An openly available "Atomic Weights" software package was created to aid the computation.

From 4.3 million to 6.6 billion random spatial combinations of integers were generated for every chemical element. Each computation includes three Ip values for

* © Labushev T.M., 2019

mutually perpendicular faces, therefore each isotope state is characterized by three Ip values for mutually perpendicular faces.

The nuclear affinity of a chemical element for another one is estimated by the relative frequency of occurrence of respective isotope states. For instance, according to the data in Table 1, the nuclear affinity of manganese for itself can be calculated as $(4000 \times 2) / (4000 \times 3)$, while the nuclear affinity of manganese for nobelium is equal to $(4000 \times 1) / (4000 \times 3)$.

Table 1

Abs. and relative frequencies of the tripled number of isotope states of certain elements

Element	Element frequencies of the tripled number of isotope states relative frequencies (nuclear affinity value)										
	<u>H</u>	<u>Si</u>	<u>Ge</u>	<u>Ir</u>	<u>U</u>	<u>Bh</u>					
H	<u>8000</u>	<u>2119</u>	<u>71</u>	<u>43</u>	<u>1152</u>	<u>615</u>					
	0.6667	0.1766	0.0059	0.0036	0.0960	0.0513					
Mn	<u>Mn</u>	<u>No</u>									
	<u>8000</u>	<u>4000</u>									
	0.6667	0.3333									
Fe	<u>Si</u>	<u>Fe</u>	<u>U</u>								
	<u>431</u>	<u>8000</u>	<u>3569</u>								
	0.0359	0.6667	0.2974								

Note. "H-H", "Mn-Mn", "Fe-Fe" sorts of frequencies are given to determine the nuclear affinity of an element for itself and should not be considered as isotope state.

If the nuclear affinity of a chemical element for itself exceeds 0.6667, it indicates that there is possibly a general nuclear cubic structure that in all three mutually perpendicular faces of the structure gives projections of integers characterizing only this chemical element.

Some chemical elements can present no isotope states at all; the number of isotopes can exceed the number of isotope states and vice versa. Isotope states associated with radioactive elements may lead to the uncertainty of spatial arrangement of atoms and influence the progress of chemical reactions, as well as the processes of dissemination and concentration.

All radioactive chemical elements including americium have no isotope states except for technetium, promethium, francium, actinium and radium. There are 10 highly toxic chemical elements out of 29 ones having no more than three isotope states. Such toxic elements as beryllium, barium, and promethium have one isotope state; arsenic, antimony, lead and actinium have two isotope states; radium isotope is characterized by the three ones. Vanadium and thallium can be mentioned as an exception, with their 26 and 4 isotope states respectively.

The link of isotope states of chemical elements with their toxicity can be also seen by comparing iron and more toxic manganese: the chemical elements are differ-

ent as manganese is characterized by the nuclear affinity for transuranic nobelium while iron reveals the affinity for silicon and uranium.

The uncertainty of the nuclear affinity of chemical elements based on their isotope states is proposed to be calculated as the one being increased by $\frac{1}{3}$ of the difference between the amount of nuclear affinity for chemical elements with atomic numbers 96 to 118 and the sum of the nuclear affinity of a chemical element for the first 95 elements of the periodic table found in nature, including a conditional Zero chemical element. For example, according to the available data the uncertainty of iron U_{Fe} can be estimated as $U_{Fe} = 0-3569/12000-431/12000 +1/3 = 0$. The similar calculations of U_{Mn} for manganese are equal to $4000/12000-0 +1/3 = 2/3$.

Table 2

The uncertainty of nuclear affinity values of chemical elements

Element	Uncertainty	Element	Uncertainty	Element	Uncertainty
H	0.10250	Fe	0	Sb	0.66667
He	0.21492	Co	0.12833	Te	0.31267
Li	0.08225	Ni	0.00617	I	0
Be	0.20617	Cu	0.09183	Xe	0.04421
B	0.10025	Zn	0.66533	Cs	0.47267
C	0.40683	Ga	0.00874	Ba	0
N	0.00128	Ge	0.31867	La	0.66667
O	0.00483	As	0	Ce	0.13050
F	0.00081	Se	0.15747	Pr	0.66667
Ne	0.13406	Br	0	Nd	0.66667
Na	0	Kr	0.15827	Pm	0.66667
Mg	0.22617	Rb	0.66667	Sm	0.02167
Al	0.15400	Sr	0	Eu	0.07427
Si	0.02767	Y	0.66667	Gd	0.18083
P	0.00133	Zr	0.03250	Tb	0.06267
S	0.01549	Nb	0.00115	Dy	0.66667
Cl	0.00517	Mo	0.17617	Ho	0.02000
Ar	0.08833	Tc	0.66667	Er	0.04800
K	0.00383	Ru	0	Tm	0.66667
Ca	0	Rh	0.20325	Hf	0.02183
Sc	0.06944	Pd	0.00872	W	0.16622
Ti	0.00798	Ag	0.28575	Ir	0.11633
V	0.18638	Cd	0.00825	Au	0.66667
Cr	0.17883	In	0.27300	Tl	0.39433
Mn	0.66667	Sn	0.01300	Pb	0.66667

The maximum value of nuclear affinity uncertainty is equal to $\frac{2}{3}$ and characterizes such toxic chemical elements as technetium, antimony, promethium, radium and lead. The calculations given make it possible to distinguish calcium – scandium, iron – manganese, copper – zinc and tin – antimony correctly basing on their toxicity. Zero value of nuclear affinity characterizes relatively non-toxic chemical elements. What about such toxic elements as arsenic and barium?

Subsequently the uncertainty of nuclear affinity needs to be specified for radioactive chemical elements and chemical elements having nuclear affinity only for radioactive chemical elements (barium, gold) as well as for chemical elements with high values of nuclear affinity to chemical elements with smaller atomic weights (arsenic).

Isotope states of chemical elements are characterized by the ratio $\frac{2}{3}$ and $\frac{1}{3}$. This ratio is proposed to be called a general physical ratio. Such relationships and those close to them are often found in nature. The first practical experience of applying the general physical principle helped determine further direction in metals toxicity study.

References

1. Labushev M. M. The Periodic Table as a Part of the Periodic Table of Chemical Compounds. 2011. 18 p. URL: <http://arxiv.org/abs/1103.3972>.
2. Labushev M. M. Computer Simulation of Atoms Nuclei Structure Using Information Coefficients of Proportionality. 2012. 14 p. URL: <http://arxiv.org/abs/1207.4671>.

INFLUENCE OF THE METALLURGICAL PRODUCTION ON ECOLOGICAL STATE OF KRASNOYARSK

A.A. Tugarinova, V.V. Tolstikova*

Language advisor A.I. Bogdanova

Ph. D in Pedagogy

Siberian Federal University

Krasnoyarsk region is one of the most industrially developed regions of Russia. The basic industry is non-ferrous and ferrous metallurgy. The region produces more than 30 various metals and elements, the most important of which are aluminum, nickel, cobalt, copper, platinum and gold. In general, metallurgy provides more than 50 % of industrial production of the region [1]. These industries also play a leading role in influencing the ecological state of the region.

Aluminum smelters sufficiently contribute to environmental pollution. In manufacturing practice, to produce aluminum the initial raw material – cryolit (sodium hexafluoroaluminate) – is added, as a result of which various gaseous and solid substances are released in the process of electrolysis.

Among these substances, fluoride compounds have the greatest potential hazard that affect human health. A distinctive feature of this element is a narrow range of its optimal concentrations, for example, the average daily MPC (maximum permissible concentration) in the community air is 0.005 mg/m³, in drinking water – is 1.5 mg/L [2]. On the one hand, fluoride is included in the group of microelements participating in the processes of growth, development, reproduction, bone tissue metabolism. On the other hand, even in small concentration it has toxic properties. In contact with the mucous membranes of the eyes and upper respiratory tract causes severe irritation or even loss of consciousness. In high concentrations fluorine causes tissue necrosis, pulmonary edema, affects the liver and kidneys.

Fluorine and atmospheric fluorides can be transported over large distances by wind or as a result of atmospheric turbulence. According to [3, 4], the impact radius of large aluminum production plants emissions can reach 50 km. Therefore, the issue of monitoring fluoride compounds content in community air as an environmental condition indicator of the area is still topical.

We made an extract of the average annual concentration of hydrogen fluoride in the community air of Krasnoyarsk and its districts from government reports on the state and environmental protection in the Krasnoyarsk region from 2011 to 2017 [5]. All parameters in the table 1 are given in shares of the Average Daily MPC (maximum permissible concentration).

* © Tugarinova A.A., Tolstikova V.V., 2019

Table 1

**Average annual concentration of hydrogen fluoride impurities
in community air**

Year	City of Krasnoyarsk	Severny district	Solnechny district
2011	0,52	–	–
2012	0,22	–	–
2014	0,18	0,6	1,0
2015	0,18	1,4	1,4
2016	0,60	0,8	0,8
2017	–	1,0	1,2

According to the principle of ecological purity, the smoke pollution from the industrial zone should not fall into the urban space. Therefore, Krasnoyarsk aluminum smelter was located in the North-East of the city because of the dominant South-Western wind direction.

However, from the analysis of the table it is obvious that the pollution of the community air with hydrogen fluoride impurities is significant. The average annual concentration of this substance decreases throughout the city, but we note the highlighting of two districts in separate statistics due to a significant excess of the average annual concentration of hydrogen fluoride.

We can assume that this trend is associated with features of the nature of the wind in the city Krasnoyarsk, which are mentioned in the monograph [6]. Wind direction changes (from the South-Western wind direction to the Eastern, North-Eastern, and South-Eastern ones) could increase above normal the average annual concentration of hydrogen fluoride in the Northern and Sunny districts. To confirm or refute this hypothesis, we have collected statistical data on the direction of winds in the city of Krasnoyarsk from 2011 to 2017 (table 2, [7]).

Table 1

Direction of winds in the city of Krasnoyarsk

Year	Calm	Direction of winds							
		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
2011	55	13	28	32	9	7	66	128	27
2012	51	17	56	31	4	14	71	94	28
2013	40	6	31	32	4	10	132	94	16
2014	34	18	21	37	5	11	129	91	19
2015	46	17	20	35	4	17	124	83	19
2016	66	14	31	63	7	10	86	76	13
2017	49	8	37	27	6	20	120	81	17

According to these data, we have plotted a diagram of wind rose, from which it is obvious that there are fluctuations of the wind directions in the city of Krasnoyarsk.

Thus, we have noticed the gradual decrease in the number of Western and South-Western wind directions and an increase in the Eastern and North-Eastern wind directions. We also noticed the wind rose becomes narrowed, that means the number of windless days in the year is increased.

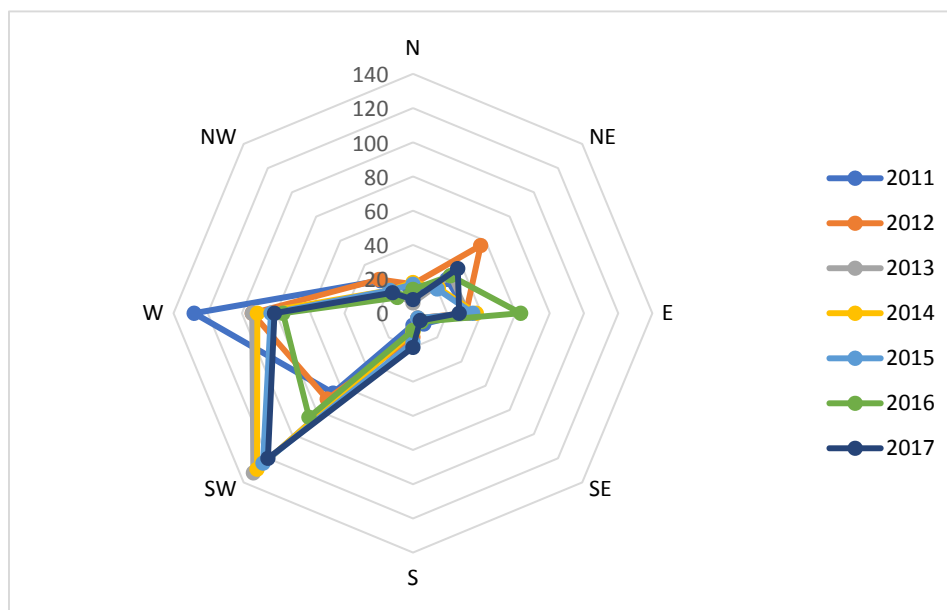


Fig. Diagram of wind rose of Krasnoyarsk (2011–2017)

All that proves it: the air masses with harmful emissions from aluminum production periodically move towards the Severny and Solnechny districts of the city, causing there an increase the concentration of hydrogen fluoride in the community air. So, these districts will be areas of high risk of diseases associated with excess fluoride concentration.

The problem of anode gas emission is solved by transferring the Soderbergh technology used in modern production of aluminum to the technology of pre-baked anodes with a device for «dry» gas cleaning [8]. But at the moment the full replacement to this technology is economically impossible.

An alternative way to reduce emissions is to refine the Soderbergh technology itself to more acceptable ecological standards (for example, «Ecological Soderbergh» [9, 10]). Engineers of the RUSAL Engineering and technological center designed this technology. It includes the construction of two-stage scrubbers, introduction of automatic alumina feeding system, as well as modern waste gas disposal system. This brings the technology «Ecological Soderbergh» to global technology of pre-baked anodes and significantly reduces emissions into the atmosphere of pollutants and other substances. Krasnoyarsk aluminum smelter consists of 25 pot rooms. In 2009 its upgrade for the technology «Ecological Soderbergh» was started. This modernization is planned to be completed by 2020, and then fluoride emissions will decrease by 75 % [11].

Thus, it was found out that it is necessary to take into account prevailing wind direction to carry emissions away from the residential territory when industrial enter-

prises that emit harmful gas emissions are built in the city. However, climatic features of the area lead to a change in the nature of the wind direction and spatial hazardous substances distribution. That is why industrial enterprises should be responsible for environmental well-being of areas adjacent to them.

References

1. O regione Krasnoyarskij kraj: site. URL: <http://krasnoyarsk.tpprf.ru/ru/region>.
2. Vrednye veshchestva v promyshlennosti. Tom III. Neorganicheskie i elementorganicheskie soedineniya / Pod red. N. V. Lazareva, I. D. Gadaskinoy // L.: Himiya, 1977. 608 p.
3. Tandelov YU.P. Ftor v sisteme pochva – rastenie. 2 izd., pererab. i dop. / YU.P. Tande-lov; pod red. akad. RASKHN V. G. Mineeva // Krasnoyarsk, 2012. 146 p.
4. Vliyanie vybrosov zavodov po proizvodstvu alyuminiya na atmosferu: site. URL: <http://www.eco-oos.ru/biblio/konferencii/sovremennye-problemy-ekologii/28>.
5. Gosudarstvennyj doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy v Krasnoyarskom krae: site. URL: <http://www.mpr.krskstate.ru/envir/page5849>.
6. Krasnoyarsk. Ekologicheskie ocherki: monografiya / R. G. Hlebopros, O. V. Tasejko, YU.D. Ivanova, S.V. Mihajlyuta. Krasnoyarsk: Sibirskij federalnyj universitet, 2012. 130 p.
7. Dnevnik pogody Krasnoyarsk 2011–2017: site. URL: <https://www.gismeteo.ru/diary>.
8. Burkat V. S., Drukarov V. A. Sokrashcheniye vybrosov v atmosferu pri proizvodstve alyu-miniya. Spb.: Lyubavich, 2005. 276 p.
9. Veyber N. Yu., Gagarkin V. Ye. Ekologicheskiye aspekty proizvodstva alyuminiya // Mo-lodezh i nauka. Krasnoyarsk: Sibirskiy federalnyy un-t, 2014: site. URL: <http://conf.sfu-kras.ru/sites/mn2014/directions.html>.
10. ITS 11 – 2016 Proizvodstvo alyuminiya. Informatsionno-tekhnicheskij spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam. Utverzhen 29.06.2016. Moskva: Byuro NDT, 2016. 146 p.
11. RUSAL. Ekologiya: site. URL: <https://rusal.ru/development/ecology/soderberg>.

TITANIUM DIOXIDE (TiO₂) EXTRACTION FROM RED MUD**A.A. Vatanin, O.V. Kokova, A.A. Lyadovskaya****Supervisors I.V. Dubova**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**N.V. Vasunina**Candidate of Technical Sciences, Associate Professor**Language supervisor O.Yu. Shubkina**Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor**Siberian Federal University*

This article describes existing and promising methods of Titanium dioxide from red mud. The object of study is leaching with hydrochloric acid and sulfuric acid with varied chemical analysis parameters.

Introduction

Red mud is a potentially valuable solid waste of alumina extraction. The reserves are more than 2.7 billion tons worldwide. Taking into account the depletion of raw materials and the actual problem of recycling waste extraction of valuable elements from red mud, including titanium oxide, is an important focus in solving the problems associated with this solid waste. The criteria for the choice of processing technology are environmental, energy and economic benefits.

Depending on the chemical composition of bauxite and its processing technology, red mud contains 40–55 % Fe₂O₃, 12–18 % Al₂O₃, 5–10 % CaO, 4–6 % TiO₂; 2–4 % Na₂O and some other valuable elements such as vanadium, scandium, lanthanum. For the disposal of these industrial wastes and minimizing its environmental impact the extraction of valuable components is required. Existing and promising ways of using and processing of red mud were analyzed in [1–3]

Table 1

Potential use of red mud

Potential use	Gas cleaning reagents	Fertilizers	Steel and slag additives	Construction Materials	Cleaning of drains	Ceramics, plastic, coating	Catalysts, adsorbents	Metal production	etc
Patents distribution (%)	4	4	7	33	12	12	13	11	4

However, only a few existing developments have been implemented in industry, so the problem remains topical.

* © Vatanin A.A., Kokova O.V., Lyadovskaya A.A., 2019

Red mud can contain gibbsite, boehmite, diaspore, hematite, alum-goethite, magnetite, kaolinite, quartz, sodium hydroaluminosilicate (sodalite, cancrinite, etc.), anatase, rutile, calcium carbonate, calcium titanate, calcium-alumina silicate, and other compounds. Chemical and X-ray analyzes of red mud show graduated levels of titanium in them (up to 10 %). It is established that this titanium mineral is rutile. At present, complex processing of alumina-containing raw materials there are still missing examples of the extraction of associated metals, with the exception of vanadium, aluminum, and gallium. Other metals pass into the dumping products – enrichment tailings, slags, sludge, dust or are lost there with the main products. The problem of rare earth elements and titanium minerals discharge from red mud is very important for the national economy.

Nowadays in Russia, the processing of titanium ores is practically absent; therefore the emergence of a real source of titanium concentrate in conjunction with the proposed technology for the complex processing of red mud is the very topical solution.

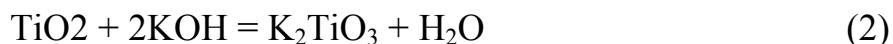
Titanium in red mud is mainly present as titanium dioxide (TiO₂) which is a popular photocatalyst and also used in the production of white pigments. The concentration of anatase or rutile (titanium dioxide, (TiO₂)) in red mud ranges from 2.5 to 22.6 mass %.

Method

In this study, the titanium oxide extracting has been carried out by leaching in acids and alkalis.

Alkali metal titanates dissolve in acids, therefore, the list of reagents allowing to obtain soluble titanium compounds has been determined at first. Gibbs energy changes and enthalpies of the reaction of the interaction of titanium dioxide with selected reagents have showed that chemical interactions of TiO₂ with alkalis, ammonium sulphate, and ammonium sulfate is thermodynamically possible even with standard conditions. The exothermic effect of these reactions means that applying these reagents energetically more appropriate compared to the reaction with sodium carbonate.

These chemical reactions develop during the process



In leaching studies, such solvents as distilled water (GOST 6709–72), hydrochloric acid (GOST 3118–77), sulfuric acid (GOST 4204–77) and oxalic acid (GOST 22180–76) were used. In this study, a stirrer device like MR Hei-Standard (Heidolph)

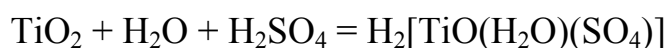
has been used with intention for mixing and heating liquids to a certain predetermined temperature.

The precipitate obtained was filtered by the standard procedure using a Bunsen glass flask and funnel on a vacuum pump. After filtering and washing the solid phase, the precipitate was dried in a drying cabinet. After that, the products obtained were subjected to various physicochemical and chemical analysis methods. Leaching was performed in 300 ml heat-resistant flasks, made of heat-resistant glass to work with high temperatures set on magnetic stirrers with temperatures up to 120 °C and the magnet rotation speed in the range from 50 to 700 rpm.

Red mud portion (pre-dried to constant weight and pounded in a mortar) in all experiments is 5 g, the volume of solution is 100 ml.

The study has been conducted by varying three parameters separately for hydrochloric acid and sulfuric acid: process temperature; acid concentration; leaching duration. The leaching time – 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes. Temperature process – from 25 °C to 90 °C. The concentration of acids – 2N – 6N.

After leaching, the solutions were filtered and qualitative titanium (IV) ions detection reactions were conducted: Hydrogen peroxide drops were added to a few drops of the test solution, in the presence of Ti IV, an orange-yellow color appeared, caused by the evolution of $H_2[TiO(H_2O)(SO_4)]$.



The determination of titanium dioxide was carried out according to GOST 14657.5-96 (ISO 6995-85). This standard applies to bauxite and establishes methods for determining titanium dioxide with a mass fraction of titanium dioxide from 0.5 % to 5 %: photometric with hydrogen peroxide. The method is based on the formation of the yellow colored complex compound of titanium with hydrogen peroxide. The effect of iron is eliminated by the addition of phosphoric acid.

Table 2

Results on leaching of titanium oxide from red mud

Raw material	Sample weight, grams	Solvent	Concentration	Time, minutes	Temperature, °C	TiO ₂ , mass %	Red mud extraction, %
Red mud	10	HCl	6M	150	75	2,00	33
Red mud		HCl	9M	90	75	1,20	20
Red mud		HCl	6M	60	80	1,10	18
Red mud		H ₂ SO ₄	80g/l	90	80	0,99	16,5
Red mud		H ₂ SO ₄	100g/l	90	80	1,55	26
Red mud		H ₂ SO ₄	60g/l	90	80	1,19	20

The methods of quantitative analysis are based on the law of the Bouguer – Lambert-Beer. To determine the dependence of optical density on the concentration of a substance calibration curve method has been used. The mass of titanium dioxide was determined according to the calibration curve of the optical density of the test solution.

The conclusion

This paper examined one of the ways of extracting valuable components, leaching of titanium oxide with a six-molar solution of hydrochloric acid for 150 minutes at a temperature of 75 °C showed the highest extraction percentage of titanium dioxide from red mud.

References

1. Sutar H. et al. Progress of red mud utilization: an overview. 2014. P. 256–279.
2. Kasliwal P., Sai P.S.T. Enrichment of titanium dioxide in red mud: a kinetic study // Hydrometallurgy. 1999. T. 53. № 1. C. 73–87.
3. Ghosh I. et al. Leaching of metals from fresh and sintered red mud // Journal of hazardous materials. 2011. T. 185. № 2-3. C. 662–668.

**Smart-технологии
управления регионом.
Новое качество жизни населения**

**THE DUAL INCENTIVE MEASURES
OF "ENVIRONMENT PROTECTION CREDIT POINTS AND DEPOSIT"
IN THE RECOVERY OF RENEWABLE RESOURCES**

Cao Jianhong*

Supervisor V.A. Fedorov
Assistant professor

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology

At present, the recycling of renewable resources is too passive, these resources have lost control since the flow into the hands of consumers, there is no recycling of renewable resources at the source due to the lack of effective measures [1]. The deposit system only encourages people to take the initiative to put these resources back to the recycling site in terms of pecuniary benefits, and this incentive is still lacking.

There are some cities in China are divided into five colors: green, blue, yellow, red and black. According to the staff of the regulations Department of the Municipal Environmental Protection Bureau, the enterprise environmental protection credit evaluation index is divided into three categories: pollution prevention and control, environmental management, social impact, and several evaluation criteria and methods are subdivided under the three broad categories. Environmental protection departments rate the enterprise on the basis of these contents. Full score is 100, 95 or above is green, 80 to 94 is blue, 64 to 79 is yellow, below 64 is red, and below 39 is black. According to the current standard, the pollution treatment fee will be levied by the enterprises rated as the red grade, and the enterprises with the red grade over two consecutive times will charge double the cost of the pollution treatment [2]. By evaluating the pollution index grade of these enterprises and imposing the corresponding pollution treatment costs on the pollution enterprises, the operating costs are increased and their environmental obligations are consciously fulfilled.

German residents buy less than 1.5L of water from plastic bottles and easy-to-pull cans, and when drinks are sold, they automatically charge 0.25 euros for a bottle deposit, which can be returned only after the bottle is repaid. Some of Germany's biggest supermarkets have special machines for recycling plastic bottles of mineral water, which will receive deposits paid before they are put into the recycling machine.

The ultimate purpose: to maximize incentives and achieve the participation of the whole people in environmental protection. Individual waste recycling activities should be included in individual credit assessment criteria, "environmental credit index" that citizens participate in the proportion of environmental-related activities in all their social activities [3]. It has a direct impact on the socio-economic activities of citizens. Thus raising citizens' awareness of environmental protection, so that "protect the environment" is not just a slogan. To make every scattered citizen join this environmental protection system, instead of being actively seeking resources by recycling enterprise, people consciously sort waste and send it to recycling sites.

* © Jianhong Cao, 2019

Suggestions: Credit score Evaluation of personal Environmental Protection is required as on Figure.

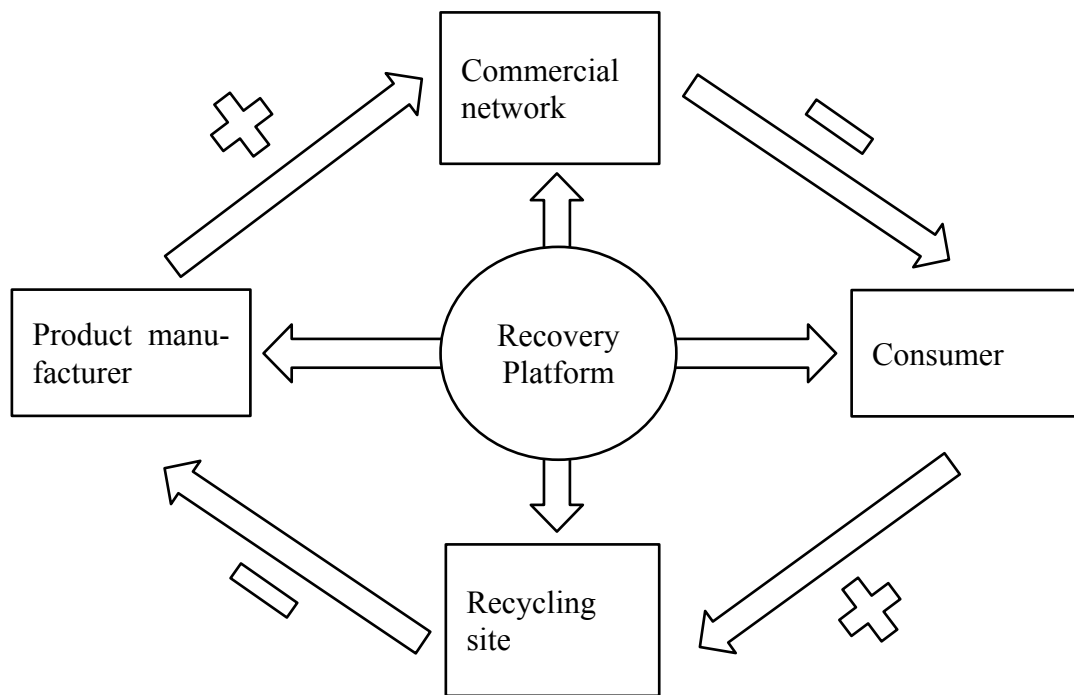


Fig. The application of environmental credit integral

- When the factory produces a new product, mark its environmental credit credits according to the value of the recyclable resources contained in each product.
- When consumers buy goods that contain recyclable resources, businesses automatically deduct some of the "credit credits" based on the value of the renewable resources contained in each commodity.
- When consumers send these resources back to the recycling site, these credits increase and the recycling site's credit points decrease.
- When recyclers send the waste back to manufacturers, their credit credits will increase.
- Use "environmental credit" as an assessment criterion for individual social activities

To solve the recycling problem from the source, any commodity should be given a certain environmental credit value from the moment it is produced [4]. Since the waste of domestic waste, a small trash can is filled with various "luxury goods": unused A4 paper, unopened jar bottles, new clothes not worn, abandoned toys, electronics, everything. "excessive consumption" spawned "excessive waste". The trash can't talk, it doesn't have ears, it doesn't know who's putting so many "luxury goods" into its stomach every day, we have to increase man-machine dialogue, set up an environmental account for every citizen.

Strengthen cooperation with other e-commerce platforms. The renewable resources recovery platform can cooperate with tourism websites, online shopping sites, online ticket purchase websites, mobile communication websites, online pay-

ment platforms, network social software and other network platforms to increase the interaction with them. So that "environmental credit" into people's socio-economic activities, but also bring real economic returns to people [5].

Innovative ideas: Compared to the German deposit system, we can also use mortgage credit incentives. The deposit system, in which consumers buy certain goods containing renewable resources, contains a portion of the money as a deposit for renewable resources, which consumers must send back to the recycling site in order to recover this part of the deposit. Because of this small amount, many citizens may give up this part of the benefit, resulting in ineffective incentives. Mortgage credit points mean that when factories produce new products, they mark their environmental credit points according to the value of the recyclable resources contained in each product. Businesses automatically subtract some of the "credit points" based on the value of the renewable resources contained in each commodity, which can directly reflect each citizen's contribution to the country's environmental protection. When you buy a product that contains recyclable resources, the credit points in your green account are negative, representing consumption and expenditure. These points are offset when these resources are sent back to the recycling site. And these credit points will be displayed in the citizens' environmental protection accounts, can be seen in the new network recycling platform, and the use of these environmental credit points will bring great convenience to life, into Credit loans, white bar payments, and as assessment criteria for participating in other social activities. Credit points can also be converted into cash.

In a word, the combination of environmental protection credit integral and deposit system can effectively control renewable resources from the source, which is not only an effective means of supervision, but also an effective incentive mechanism. It is like installing a driver for the recycling of renewable resources to enable automatic recycling of renewable resources. Although the realization of this incentive system involves many interests and challenges, the socio-economic value is obvious.

References

1. Gan Zhifen. Practice and experience of environmental deposit system for urban renewable resources abroad [J]. *Green Technology*, 2017 (08). P. 157–159.
2. Zhang Hongxia. China's environmental deposit system research [D]. Master's degree thesis of South-central Forestry Science and Technology University, 2017. 05.
3. China environmental protection foundation deposit system policy research team. Research on promoting the policy of packaging deposit system [A]. *China's national conditions and national strength*, 2018. P. 55–57.
4. Chen Yi. Study on the legal system of Environmental Deposit in China [D]. Master's thesis, Liaoning University. 2017. 05.
5. Yin Limei, Song Zipeng. Waste recycling and Internet perfect encounter [J]. *Chinese Business*, 2016.100-103.

ПОСЛЕДСТВИЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ БИЗНЕСА И ВНЕДРЕНИЯ SMART-ТЕХНОЛОГИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАЛОГО БИЗНЕСА РЕГИОНА

Д.В. Бурнакова*

Научный руководитель Е.В. Бекушева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день во всем мире идет глобализация всего информационного общества. Это дает большой толчок к развитию информационных технологий, а также к «цифровому скачку». К тому же с развитием облачных технологий малый бизнес успешно пользуется преимуществами внедрения smart-технологий. Предприниматели могут пользоваться средствами, которые помогают более успешно вести их бизнес из любой точки планеты и в любое время. Россия, в свою очередь, старается выделить больше сил на развитие цифровой инфраструктуры и smart-технологий, но данному развитию препятствуют определенные проблемы.

Для того чтобы исследовать проблемы, связанные с внедрением цифровых инноваций и smart-технологий в малом бизнесе региона, необходимо определить что же к ним относится.

В переводе с английского smart – умный, сообразительный, технологичный. К «умным» технологиям, как правило, относят технологии, включающие smart-чипы, радиометки, системы анализа, устройства видеонаблюдения и видеомониторинга, мобильные системы, системы отслеживания социальных сетей [1]. Кроме того, к smart-технологиям можно отнести технологии обработки больших объемов данных, системы машинного обучения, системы распределенного реестра, квантовые технологии, новые производственные технологии, промышленный интернет и многие другие.

Компании, которые не акцентируют внимание и не займутся цифровой трансформацией в ближайшем будущем, просто-напросто станут неэффективными и затем уйдут с рынка под давлением новых рыночных реалий и более сильных конкурентов.

При исследовании и опросах были выделены основные проблемы: отсутствие соответствующих специалистов или кадров; отсутствие стратегии; страх неудачной реализации проектов по трансформации, сложность воплощения; безопасность; неготовность компаний.

Отсутствие соответствующих специалистов или кадров. При трансформации должна изменяться не только сама компания, но и ИТ-специалисты (ИТ-кадры). Им необходимо приобрести определенные навыки и знания для работы в измененной новой среде. Большинство российских компаний не обладают подобными навыками, мало специализированных кадров в данной области [2].

* © Бурнакова Д.В., 2019

Данную проблему крупные российские компании могут решить, начав сотрудничество с профильными вузами. В учебном заведении уже будут готовить для данных компаний будущих ИТ-специалистов, студенты во время учебы будут знакомиться со всей необходимой информацией, которая им пригодится для проектов по цифровой трансформации. Однако такая интеграция бизнеса и образования не произойдет одновременно и потребует существенного времени.

Отсутствие стратегии. Одной из значительных проблем на пути к трансформации является проблема отсутствия взаимосвязи между переустройством ИТ-инфраструктуры и преследованием бизнес-целей, то есть стратегии разнятся с целями, которые приносят прибыль компании. Некоторые компании пытаются провести трансформацию своего бизнеса, но не понимают, для чего они это делают либо не понимают с чего ее начать и т.д.

Для того чтобы преодолеть данную проблему, компании должны отталкиваться от самого плана трансформации, который учитывает интересы всех сторон. Также необходимо реформировать структуру, выделять специальные отделы внутри, которые будут заниматься цифровой трансформацией. У всей компании должно быть постоянное желание развиваться и двигаться вперед, планы по цифровой трансформации необходимо внести в общий план деятельности компании на всех уровнях от оперативного до стратегического планирования.

Страх неудачной реализации проектов по трансформации, сложность воплощения. Страх является серьезным препятствием для внедрения цифровых инноваций, он замедляет развитие российских компаний. К тому же сам процесс трансформации трудоемкий и затратный. Практически во всех фирмах существуют такие востребованные технологии, как ноутбуки, серверы, CRM, ERP и т.п. Каждый отдельный отдел в фирме использует свои определенные цифровые инструменты. Это и вызывает сложности при внедрении цифровых инноваций, так как все системы начинают наслаиваться друг на друга, что ведет к уменьшению продуктивности. Мониторинг и переключение между системами для выполнения отдельных бизнес-функций будут перегружать специалистов и сотрудников [3].

Решением этой проблемы является поиск способов для упрощения и оптимизации общей системы, чтобы интеграция между всеми подсистемами шла более легко.

Безопасность. Самая известная проблема во всем информационном обществе – проблема обеспечения безопасности. Во всех российских компаниях постоянно идет вопрос о том, как обезопасить себя от кражи конфиденциальной информации до потери информации вследствие технических неполадок. Цифровая трансформация также не смогла обойти стороной данную проблему. Так, известные крупные мировые компании столкнулись с этим – стали жертвами кибератак.

Необходимо быть бдительными, совершенствовать свою безопасность, так как IP, личные данные, финансы всегда находятся под угрозой. Да и вообще безопасность должна быть встроена непосредственно во все приложения. И все

же некоторые компании пренебрегают безопасностью, откладывая на потом, до тех пор, пока они не столкнутся с данной проблемой.

Неготовность компаний. Не менее важной проблемой, чем предыдущая, является проблема готовности компаний к трансформации. Причины неготовности:

1) сотрудникам компаний не нравятся резкие и быстрые изменения (как правило, это сотрудники более зрелого возраста, которые с трудом переносят какие-либо изменения, связанные с ИТ-технологиями);

2) ограниченный бюджет (не все компании, особенно формата малого и среднего бизнеса, обладают достаточным бюджетом для проведения единовременного реинжиниринга ИТ-структуры компании или проведения таких изменений в ограниченный короткий промежуток времени);

3) культурное изменение (сотрудникам, привыкшим к общению и к контактированию с клиентами, придется полностью изменить культуру своей работы, теперь они будут тратить время за компьютером и использовать другие способы коммуникации, что для некоторых сотрудников является проблемой).

Все проблемы, связанные с работниками, решаемы. Компании должна продемонстрировать, как важна цифровая трансформация на всех уровнях для компании и для них самих. Также компания должна показать свою решимость, что выбрала верную стратегию и не намерена изменять ее. Все это должно способствовать тому, что работники компании ощутят мотивацию к изучению новых способов работы и смогут изменить свое мышление. Рекомендуется провести с сотрудниками разъяснительные семинары и работы, которые выстроят итоги цифровой трансформации в позитивном ключе.

В Европе 34 % всех ИТ-департаментов используют или планируют использовать «умные» технологии, а в России, тем более в регионах, внедрение smart-технологий идет медленно. Причина такой низкой скорости – бизнес не видит выгоду от сотрудничества с ИТ-компаниями.

Флагманом в части внедрения smart-технологий в российском бизнесе является банковский сектор и крупные предприятия различных отраслей. Изменения структуры предприятия, продуктовой линейки, повышение эффективности и прибыльности служат примером для малого и среднего бизнеса.

В рамках статьи были определены пять основных проблем, с которыми сталкиваются при внедрении цифровых инноваций и smart-технологий современные компании региона всех уровней. Все перечисленные проблемы решаемы, только необходимо каждой компании определить, в чем заключается успех такого внедрения. На пути следования к глобальной цели внедрения цифровых инноваций и smart-технологий в функционирование бизнеса необходимо осуществлять решение задач как на уровне ежедневного планирования, так и на уровне стратегического долгосрочного прогноза деятельности. После преодоления всех проблем, несомненно, произойдет мощный прорыв в цифровой инновации и smart-технологиях, а также огромный успех в компаниях, где произошла цифровая трансформация.

Список литературы

1. Воронина Ю. Искусственный разум отвергнут // Российская бизнес-газета: инновации. 2012. № 861. С. 11.
2. Стельмах С. Шесть барьеров на пути цифровой трансформации и стратегии по их преодолению // Газета. itWeek. 2018. № 4. С. 15.
3. Дорофеев В.Д., Дресвянников В.А. Инновационный менеджмент: учеб. пособие. Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. 189 с.

ЦИФРОВАЯ ПЛАТФОРМА SMART-CITY ДЛЯ Г. КРАСНОЯРСКА

А.А. Калинина, А.Е. Дулейкина, Т.С. Рябченко *

Научный руководитель Л.А. Багдасарян
ассистент кафедры,

Сибирский федеральный университет

С развитием экономики, глобализации, развитием технологического прогресса реализуется на практике применение цифровых технологий. С течением времени увеличиваются потребности общества, городская среда требует эффективных предложений в решении повседневных задач. Цифровые платформы, в частности, относимые к smart-city, позволяют облегчить повседневные трудности, с которыми сталкивается человек, а также повысить качество жизни горожан, конкурентоспособность экономики, обеспечить устойчивое развитие среды для местного населения и туристов.

В концепцию SMART-city включают семь составляющих (рис. 1):

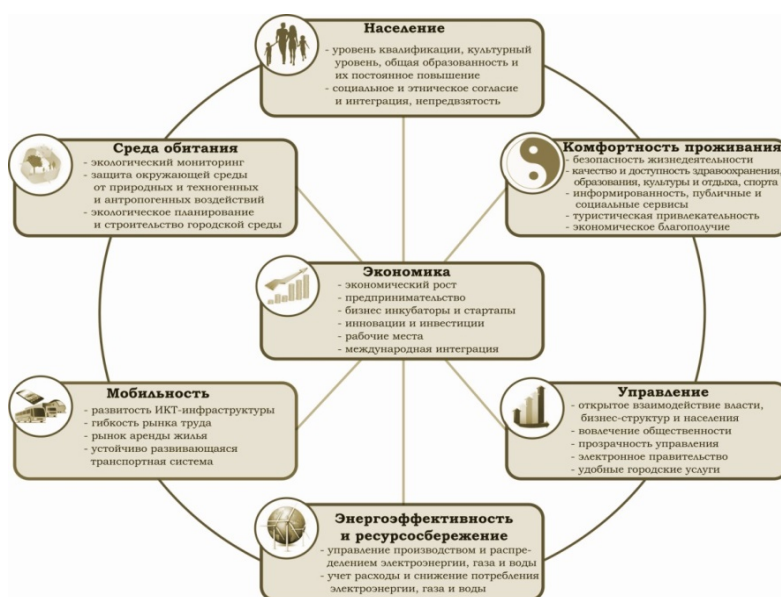


Рис. 1. Общая модель SMART-city [1]

Красноярск находится на начальном этапе развития комплексного «умного города», однако умные технологии в регионе присутствуют. Вопрос, связанный с системой SMART-city, был затронут достаточно давно. На дискуссионной площадке, посвященной созданию «Умного города», была представлена пилотная версия платформы, которая демонстрирует основные возможности на примере Центрального района Красноярска [2], а также Красноярский край подал заявки для участия в федеральном проекте «Умный город» [3]. Проявление заинтересованности в создании «Умного города» прослеживается не только у

* © Калинина А.А., Дулейкина А.Е., Рябченко Т.С., 2019

общества, но и органов управления в городе, что играет важную роль в развитии проектов.

Электронные записи в больницах, системы, позволяющие отследить транспорт, умное освещение, сайты, позволяющие улучшить решение проблем ЖКХ и транспорта, умные светофоры, системы электронной оплаты услуг, отслеживания загрязненности окружающей среды и многое другое являются предпосылками к созданию SMART-city в Красноярске.

Однако существуют барьеры для реализации программы «Умный город», такие как:

– ограниченность бюджетных средств. На сегодняшний день прослеживается тенденция высокого уровня зависимости между бюджетом города и уровнем развития умных городских технологий. Так, согласно исследованиям «Национального исследовательского института технологий и связи», на данный момент элементы «Умного города» наиболее развиты в Москве и Санкт-Петербурге, что обусловлено их бюджетной обеспеченностью, однако средства других муниципальных образований ограничены [4];

– растущие запросы жителей в области повышения качества и удобства городской среды. Сегодня большинство российских городов не способно отвечать в полном объеме на растущие потребности жителей, в связи с чем все чаще можно услышать о таком понятии, как вторичная урбанизация, которая заключается в том, что жители городов с численностью до 50 тыс. человек мигрируют в более крупные города и мегаполисы. Так, по данным статьи «Исследование РБК: как вымирают российские города», с 1989 г. численность жителей в малых городах сократилась на 12 %, в то время как население мегаполисов растет в среднем на 7 % в год [5];

– низкая информированность заинтересованных сторон. Для успешной реализации программы необходимо продвигать концепцию «умного города» среди населения, бизнеса и местных органов власти, чтобы приобщить ключевых стейкхолдеров к участию;

– нехватка высококвалифицированных специалистов. Реализация программы «Умный город» предполагает участие специалистов в соответствующих сферах, однако, в связи с непопулярностью технических специальностей среди молодого поколения (согласно рейтингу специальностей вузов), возникает дефицит технических специалистов [6].

Исходя из вышеперечисленных проблем и предпосылок к созданию «Умного города», предлагается решение в виде создания цифровой платформы, которая позволит жителям и гостям города Красноярска контролировать все сферы общественной жизни в режиме реального времени.

К принципам данного проекта относятся:

- ориентация на человека;
- вовлечение жителей в развитие и управление городом;
- применение искусственного интеллекта в создании smart-системы;
- синергия элементов, составляющих «Умный город»;
- зеленые и цифровые технологии;

– организация взаимодействия «власть – бизнес – люди – научные сообщества».

Приоритетные направления «умного города» выявлены в результате проведенного социологического опроса, на основе которого сформирована модель цифровой платформы (рис. 2).



Рис. 2. Модель цифровой платформы «SMART-Красноярск»

Для реализации проекта, необходимо пройти следующие этапы:

- 1) вступить в программу;
- 2) провести опрос жителей города Красноярска;
- 3) сформировать основные элементы платформы;
- 4) согласовать стратегию с ключевыми участниками;
- 5) утвердить проект в Правительстве Красноярского края;
- 6) провести усовершенствования и доработку проекта.

Таким образом, в результате реализации предлагаемой платформы «SMART-Красноярск» жизнь людей можно будет сделать более комфортной, освободив их от рутины и бюрократии, подключив к развитию города. Проект будет учитывать специфику и потребности жителей города, повысит вовлеченность жителей в городскую жизнь, поможет власти быстрее решать проблемы городской среды.

Список литературы

1. Умный город. URL: <http://comreform.ru/innovatsii/smart-city.html>.
2. Деловой квартал. Пять трендов развития Красноярска. URL: <https://krasnoyarsk.dk.ru/news/pyat-trendov-razvitiya-krasnoyarska-237115117>.
3. Красноярский край официальный портал. URL: <http://www.krskstate.ru/press/news/0/news/90928>.
4. Индикаторы умных городов НИИТС 2017 // НИИТС [Электронный ресурс]. URL: <http://niitc.ru/publications/SmartCities.pdf>.
5. Волкова О., Соколов А., Терентьев И. Исследование РБК: как вымирают российские города [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rbc.ru/special/society/22/01/2015/54c0fc9a7947a8f1dc4a7f>.
6. Рейтинг специальностей вузов [Электронный ресурс]. URL: https://moeobrazovanie.ru/specialities_rating_vuz.

CRM-СИСТЕМЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАБОТЕ С НИМИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Ю.В. Лубягина, Я.О. Шишкина*

Научный руководитель М.В. Карасева

кандидат технических наук, доцент

Научный руководитель Е.А. Юронен

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Цифровая экономика представляет собой производство, завязанное на цифровых технологиях. На текущий момент около половины населения планеты использует Интернет в повседневной жизни для обучения и ведения бизнеса.

В настоящее время цифровизация мировой экономики вступила в активную фазу. Почти год назад была утверждена программа «Цифровая экономика», рассчитанная до 2024 г. Ее главная задача – развитие и внедрение технологий в госуправлении, предпринимательстве, социальной сфере, городском хозяйстве.

Цифровизация экономики в компаниях происходит благодаря внедрению в них CRM-систем. CRM-системы – это информационные системы, назначением которых является автоматизация бизнес-процессов компании, обеспечивающих взаимодействие всех ее сотрудников, подразделений с клиентами на уровне, определяемом CRM-идеологией. Термин Customer Relationship Management (CRM) в переводе на русский язык звучит как «управление взаимоотношениями с клиентами».

Такая система, с одной стороны, решает задачи, направленные на удовлетворение и удержание клиентов, с другой – служит оптимизацией деятельности организации, улучшает взаимодействие сотрудников с помощью автоматизации документооборота, сокращая издержки, связанные с поиском и обработкой информации, анализом данных, управлением продажами и т.д.

Наиболее востребовано внедрение различных CRM-систем, предназначенных для увеличения удобства работы с каждым из клиентов компании, что приводит к повышению всех основных показателей компании [1].

Такой системе можно доверить решение следующих задач:

- управление ресурсами фирмы;
- осуществление финансового учета;
- управление документооборотом.

С помощью CRM-системы также можно наладить коллективную работу сотрудников с документами, причем ее основным преимуществом является возможность гибкого разграничения прав доступа, благодаря чему вы можете

* © Лубягина Ю.В., Шишкина Я.О., 2019

не беспокоиться о том, что конфиденциальная информация попадет не туда, куда нужно.

С CRM-системами можно организовать электронное визирование, а также реализовать учет взаимосвязей между всеми документами. Также современные CRM-системы предусматривают наличие всех необходимых инструментов, предназначенных для управления как внутренним, так и внешним документооборотом организации любого масштаба. Данные инструменты предоставляют средства для автоматического формирования всех необходимых документов по шаблонам, быстрого поиска всех необходимых документов в системе, подготовки различных печатных форм документов, создания электронного хранилища для всех документов компании [2].

Одной из важных особенностей работы с бизнес-процессами является обеспечение работы с информацией, которая сопровождает данные процессы. Эффективность обеспечивается сохранностью такой информации внутри работы как процесса, так и организации. Для этого производится работа по обеспечению защиты информации в CRM-системах.

Прежде всего, необходима физическая защита информации: чтобы сервер с данными не был похищен. Для этого сервера располагают в круглосуточно охраняемом дата-центре с видеонаблюдением и ограниченным доступом лиц в эти помещения. Туда допускается только ограниченный круг сотрудников (ни представители клиентов, ни даже прочие сотрудники компании-разработчика не могут попасть туда) [3].

Второй уровень физической защиты – обеспечение сохранности самих данных, содержащихся на этих серверах. Этот вопрос решается применением политики резервного копирования информации, которая предусматривает ежедневное автоматическое копирование базы данных и файлов CRM, а также дважды в неделю – на отдельные иностранные сервера и локальный съемный носитель.

Передача данных тоже нуждается в защите, поскольку существует вероятность перехвата информации в момент ее транзита. Для облачных систем с веб-доступом актуально использование https-протокола с использованием SSL-сертификата. В результате шифрование трафика позволяет защитить данные системы от перехвата снифферами и т. п.

Каждый пользователь заходит в систему по выделенному ему логину и паролю. Программа автоматически определяет наличие доступных пользователю решений и организаций и при их наличии предлагает ему выбрать базу для входа. Если такая программа только одна, то осуществляется вход в нее без дополнительных вопросов.

Во избежание похищения сессии авторизованных пользователей проверка логина и хэша пароля производится при загрузке каждой страницы системы. При непрохождении аутентификации пользователь автоматически разлогинивается из системы.

Один из удобных вариантов алгоритма, используемого при разработке CRM, основывается на положении «каждая операция в системе – это отдельный

объект доступа». Этому объекту доступа, в свою очередь, можно назначать права для отдельных сотрудников. Эта модель близка к дискреционной политике управления доступом, что позволяет нам построить таблицу прав, строки в которой – это объекты системы, а столбцы – пользователи программы. На пересечении столбцов и строк ставится «+» либо «-», что означает наличие либо отсутствие доступа сотрудника к определенным объектам системы. Соответственно, у каждого пользователя получается свой отдельный столбец в этой таблице, реализуемый в программе как набор доступных ему действий.

Любая система должна подлежать регулированию. Регуляторами в Российской Федерации называются органы государственной власти, уполномоченные осуществлять мероприятия по контролю и надзору в отношении соблюдения требований федерального закона. В ФЗ «О персональных данных» установлены три регулятора [3]:

- Роскомнадзор (защита прав субъектов персональных данных);
- ФСБ (требования в области криптографии);
- ФСТЭК России (требования по защите информации от несанкционированного доступа и утечки по техническим каналам).

Согласно Федеральному закону от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных» все юридические и физические лица, использующие в своей деятельности персональные данные, должны осуществить мероприятия по их защите. Комплекс услуг по приведению систем защиты информации и персональных данных в соответствие с законодательством РФ подразумевает следующие этапы [4]:

- аудит информационных систем по обработке персональных данных (включая аудит локально-вычислительных сетей);
- разработка организационно-распорядительной документации (акты классификации, положение об обработке персональных данных, приказы о назначении ответственных лиц);
- разработка проектных документов (модель угроз, модель нарушителя, техническое задание, пояснительную записку к техническому заданию и т. д.);
- установка средств защиты информации (СЗИ) на рабочих местах организации и обучение ваших специалистов;
- разработка политики безопасности Вашей организации;
- внедрение разработанной политики безопасности с учетом специфики организации.

Необходимость обеспечения защиты информации в наше время – объективная реальность. Современный человек не может самостоятельно противодействовать посягательству на его частную жизнь. Возросшие технические возможности по сбору и обработке персональной информации, развитие средств электронной коммерции и социальных сетей делают необходимым принятие мер по защите персональных данных.

Таким образом, на базе системы CRM можно осуществить внедрение электронного документооборота, что весьма эффективно, поскольку данная система позволяет избавиться от необходимости вручную работать с докумен-

тами. Данная система помогает организациям экономить время сотрудников при работе с документами. Средства защиты информации позволят сохранить конфиденциальность, что повысит надежность работы организации, что очень важно в условиях цифровой экономики.

Следует отметить, что для роста цифровой экономики необходимо развивать национальный ИТ-сектор, стимулировать создание инновационных технологий, сотрудничать для их развития на международном уровне. Необходимо создавать условия для того, чтобы молодые специалисты не только прекратили уезжать из страны, но и начали возвращаться. Необходимо стимулировать инвестиции и предпринимательскую активность в этой отрасли. Все части общества – и государство, и частный сектор, и гражданское общество, и ИТ-сообщество – должны участвовать в цифровой экономической деятельности. Важной составляющей также является обеспечение информационной безопасности информационных и инновационных технологий, которая обеспечивает доверие общества к цифровой экономике.

Список литературы

1. Лубягина Ю. В., Шишкина Я. О. Обеспечение защиты информации при работе с сgm-системами в условиях цифровой экономики // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014502>.
2. Журнал «Эксперт» : сайт. URL : <http://expert.ru>.
3. О персональных данных : федер. закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 152-ФЗ ред. от 31.12.2017 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801.
4. Об информации, информационных технологиях и о защите информации : федер. закон Российской Федерации от 27.07.2006 № 149-ФЗ ред. от 18.03.2019 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798.

СЕТЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАК SMART-ИНСТРУМЕНТ СФЕРЫ УСЛУГ

Н.А. Морозова*

Научный руководитель Л.Н. Корпачева
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В условиях формирования цифровой экономики все больше областей жизни подвергаются информатизации. И сфера услуг не является исключением, причем речь идет не только о бытовой информатизации или информатизации в сфере государственных услуг, но и о внедрении цифровых технологий в сферу обслуживания, такую как бьюти-индустрия (индустрия красоты). С обслуживанием, так или иначе, связаны все виды деятельности человека.

Индустрия красоты – это сложный высококонкурентный бизнес, в котором сотрудник, работающий с клиентами, должен быть не только презентабельным внешне, но и обладать достаточными коммуникативными навыками, а также управленческими способностями, позволяющими эффективно организовать работу множества специалистов, управлять записью клиентов и разрешать конфликтные ситуации. Данные функции может выполнять как администратор салона, так и самозанятый (мастер) индивидуально для себя.

На взаимоотношениях в сфере обслуживания отражается изменчивость исполнения услуги. Качество услуги значительно зависит не только от того, где и когда она предоставляется, но и от того, кто и как ее обеспечивает.

Развитие информационных технологий оказывает свое влияние через интеграцию компьютерных технологий, усиление использования средств коммуникации, сети Интернет и особенно социальных сетей. Возрастающие потребности населения заключаются в росте требований к различным услугам, улучшению их качества. Соответственно, население готово увеличивать расходы на потребление услуг, если данные услуги демонстрируют высокий уровень клиентского сервиса [1].

При выборе исполнителя клиент ориентируется на множество факторов и при равновысоких показателях эффективности обслуживания, таких как качество услуги, скорость работы, стоимость услуги, решающим является скорость обработки заявки на обслуживание и время отклика исполнителя.

По сути, не имеет значения, кто и как будет обеспечивать функцию взаимодействия клиента и мастера, важно, чтобы этот процесс был максимально эффективен.

Сетевое взаимодействие исполнителей сферы услуг позволит объединить ресурсы для эффективной работы всех его участников.

Сетевое взаимодействие сегодня становится современной высокоэффективной инновационной smart-технологией, которая позволяет организациям не

* © Морозова Н.А., 2019

только успешно функционировать, но и динамично развиваться, объединяя свои ресурсы и фокусируя внимание на спросе потребителя [2].

Особое внимание уделяется доступности услуг для потребителя в режиме реального времени, исключая ручной перебор и сортировку поставщиков бьюти-услуг, то есть необходимо сделать так, чтобы каждый запрос клиента находил своего наиболее подходящего исполнителя в максимально короткие сроки с применением информационных систем и сетевого взаимодействия.

Рассмотрим традиционную и сетевую модель взаимодействия клиентов и исполнителей бьюти-услуг (рис. 1, 2).

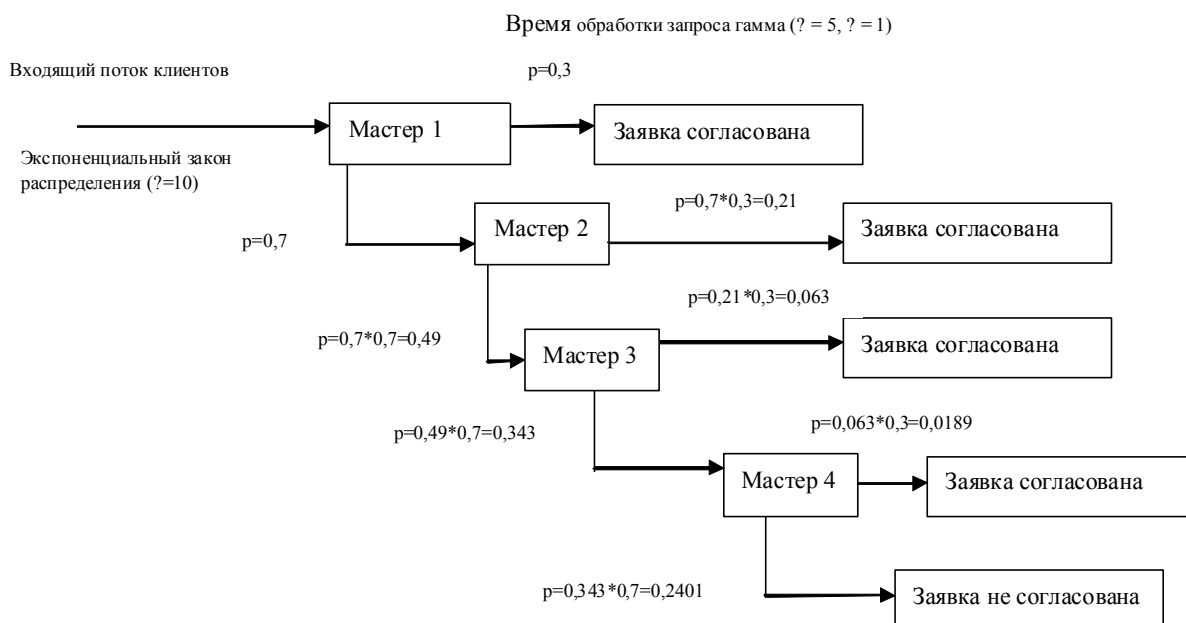


Рис. 1. Традиционная модель взаимодействия клиентов и мастеров

Традиционная модель взаимодействия клиента и мастера представляет собой одноканальную систему массового обслуживания. Клиенты прибывают в систему согласно экспоненциальному закону распределения, принимаемое среднее значение времени в модели – $\lambda = 10$ секунд. Время обработки одного запроса подчиняется гамма-распределению с параметрами $\alpha = 5$, $\beta = 1$ (модельных секунд). Эмпирически было установлено, что вероятность достижения соглашения об оказании услуги между мастером и клиентами с первой попытки равна 30 %. Остальные 70 % обращаются к другому мастеру и процесс согласования начинается заново. Для проведения эксперимента установим ограничение на 100 клиентов в день. Примем в модели, что клиент может последовательно перебрать до четырех мастеров. В этом случае, вероятность согласования заявки на обслуживание составит $p = 1 - 0,74 \approx 0,76$.

Сетевое взаимодействие исполнителей сферы услуг осуществляет функцию координационного центра.

При переходе к альтернативной модели все заявки клиентов попадают на согласование одновременно к четверем мастерам.

Аналогично, клиенты прибывают в систему согласно экспоненциальному закону распределения со средним значением времени в модели – $\lambda = 10$ секунд. Время обработки одного запроса подчиняется гамма-распределению с параметрами $\alpha = 5$, $\beta = 1$ (модельных секунд). Вероятность достижения соглашения об оказании услуги между одним из четырех мастеров и клиентом также будет 76 %. Остальные 24 % заявок остаются несогласованными, как и в первой модели. Для проведения эксперимента установим ограничение на 100 клиентов в день. Часть заявок согласовывается, часть попадает в список несогласованных заявок. Многоканальная модель СМО представлена на рис. 2.

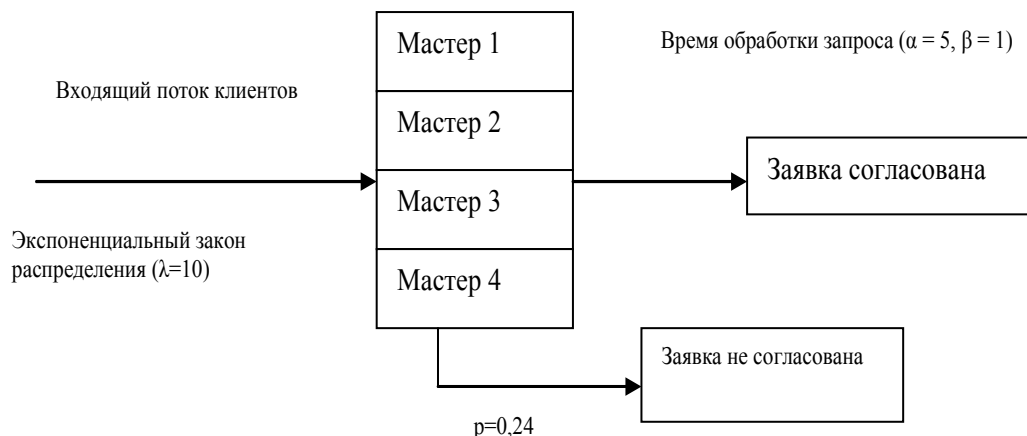


Рис. 2. Сетевая модель взаимодействия клиентов и мастеров

Имитационное моделирование процессов обслуживания клиентов считается исключительно сложной задачей, так как в данном случае как потоковые объекты, так и ресурсы – это люди. Люди (человеческий фактор) обладают гораздо более сложным и непредсказуемым поведением по сравнению с продуктами, документами, оборудованием или транспортными средствами [3].

В ходе эксперимента автором было установлено, что в обеих моделях доля согласованных заявок составила примерно 76 %, а время нахождения клиента в системе снижается вдвое при поступлении заявок одновременно на все обслуживающие устройства. Среднее время нахождения заявки в системе в первой модели равняется 19,3 с, во второй – 9,4 с.

Таким образом, в ходе имитационного моделирования и проведения серии экспериментов автору удалось усовершенствовать значение параметра «время отклика» и ускорить время обслуживания клиента в сфере услуг вдвое, что доказывает эффективность сетевого взаимодействия как smart-инструмента предметной области исследования.

Список литературы

1. Романова М. М. Основные тенденции развития сферы услуг в России и за рубежом // Евразийский Союз Ученых. 2017. № 12.
2. Коломиец К. Л. Анализ развития сервисной отрасли в России [Электронный ресурс] // Проблемы и перспективы экономики и управления: мате-

риалы VI Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2017 г.). СПб.: Свое издательство, 2017. С. 20–22. URL <https://moluch.ru/conf/econ/archive/263/13339> (дата обращения: 12.04.2019).

3. AnyLogic. Многоподходное имитационное моделирование [Электронный ресурс]. URL: <http://www.anylogic.com> (дата обращения: 10.04.2018).

СПОНТАННАЯ ОЦЕНКА СТУДЕНЧЕСКОЙ БЕДНОСТИ В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Д.Е. Попеляева, Ю.О. Зимонина*

Научный руководитель О. П. Горячева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В статье изложен подход к оценке студенческой бедности в регионе исследования, сформированный на основании технологии стресс-тестирования.

Ключевые слова: бедность, домохозяйства, социальные группы, молодежь, региональное развитие.

Проблема бедности в той или иной степени знакома каждому обществу. Глобальная задача, основанная на гуманистическом подходе, связанная с ликвидацией бедности как явления, представляется абсолютно естественной. Бедность часто обсуждается в специальной литературе как феномен, хотя имеет вполне очевидный характер и принципиально может оцениваться методами статистическими, социологическими и экономическими. Тем не менее и вопросы определения «бедности», и способы ее анализа обсуждаются довольно остро.

Государственные органы статистики в России определяют уровень бедности на основе выборочных обследований бюджетов домохозяйств, которые проходят ежеквартально. При этом принимаются во внимание численность и доля населения с доходами ниже «прожиточного минимума», величина которого в 2019 г. составила 11 642 руб. Граница абсолютной бедности фиксируется величиной данного показателя, под которым понимается стоимостная оценка потребительской корзины, обязательные платежи и сборы.

К числу основных функций использования прожиточного минимума закон относит оценку уровня жизни населения Российской Федерации при разработке и реализации социальной политики и федеральных социальных программ и обоснование устанавливаемого на федеральном уровне минимального размера оплаты труда, а также для определения устанавливаемых на федеральном уровне размеров стипендий, пособий и других социальных выплат.

Исследование РБК отмечает, что способы оценки масштабов бедности в России – выборочные. Выборка Росстата охватывает около 48,5 тыс. домохозяйств, на основе принципов случайного отбора по данным интервью членов домохозяйств и ведении ими записей обо всех текущих расходах. Это влияет на конечную оценку масштабов бедности.

По данным Росстата, за 2018 год 19,6 млн россиян имели доходы ниже прожиточного минимума, что составляет 13,3 % населения [1].

* © Попеляева Д.Е., Зимонина Ю.О., 2019

Вполне авторитетные интернет-источники со ссылкой на Институт социального анализа РАНХиГС отмечают, что в России 22 % граждан живут в бедности и могут позволить себе только минимальный набор самых простых продуктов. Высокий уровень бедности и риски ее роста стали причиной формирования задачи снижения бедности наполовину к 2024 г. С декабря 2018 г. Минтруда запустило пилотные проекты в нескольких регионах для анализа главных причин бедности россиян и разработки универсальных механизмов в борьбе с ней, что уже представляется несвоевременным ответом на сложившуюся ситуацию. Подход к преодолению бедности определяется и географическими факторами локализации депрессивной экономики. Так, самым бедным регионом России ТАСС называет ближайшего соседа Красноярского края – Республику Тыва.

По нашему мнению, изучение уровня и качества жизни студентов как авангарда экономически активного населения особенно актуально и может характеризовать как состояние, так и риски экономического развития региона. К сожалению, оценка «студенческой бедности», действительно являющейся феноменом для развитой экономики, является среди российских студентов реальностью.

Целью исследования стало формирование портрета бедности студента в г. Красноярске. Задачами исследования стали, соответственно, выбор методов исследования и оценка результатов с учетом ограничений исследования.

Инструменты и методы исследования. В качестве метода исследования выбрано формирование опроса, обращенного к студентам и недавним выпускникам в г. Красноярске. Анкетирование проводилось с использованием приема стресс-тестирования – опрос проведен в течение 1 суток через обращения в студенческие группы социальных сетей «Вконтакте» и «Фейсбук». Отчет формировался с помощью приложения Google «Формы».

Результаты. Исследование получило мгновенный отклик, в нем приняли участие 84 респондента в возрасте от 14 до 30 лет, в основном девушки (70,2 %), имеющие разный уровень образования и занятости (рис. 1).

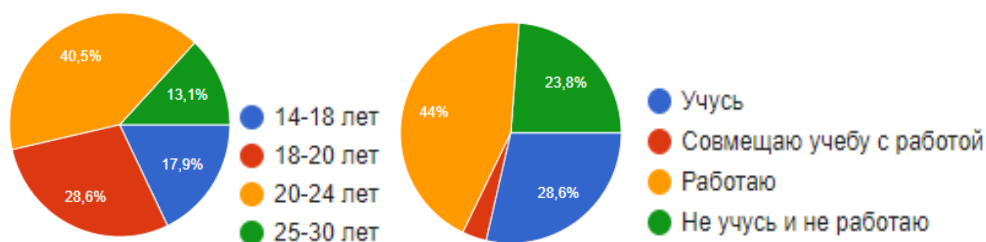


Рис. 1. Профиль исследования – состав и структура респондентов

По данным опроса преобладающей формой занятости опрошенных является учеба – 56 % (47 чел.), почти четверть опрошенных совмещают учебу и работу – 21,4 % (18 чел.), 21,4 % респондентов работают (18 чел.) и 1,2 % не учатся и не работают (1 чел.). При этом 36,9 % опрошенных подрабатывали в прошлом месяце (31 чел.), поскольку испытывали потребность в дополнитель-

ных источниках доходов помимо стипендии и помощи родственников. Меньше половины студентов (44 %) получали финансовые средства на свое содержание от отдельно живущих родственников или друзей и только 16,9 % (14 чел.) получали социальную поддержку от государства в виде выплат. В результате ощутить на личном опыте ситуацию «безденежья» как меры нахождения за чертой бедности смогли 63,1 % (53 чел.), они отмечали, что при этом не могли удовлетворить свои базовые потребности.

Реальный подушевой доход членов семей респондентов только почти на 70 % не превышает 20 тыс. руб. (рис. 2). В равном процентном соотношении оказались респонденты, уровень дохода в месяц на члена семьи в которых от 11 до 20 тыс.руб. и те, чей доход превышает 20 тыс. руб. Более трети респондентов имеют доход в месяц на члена семьи в диапазоне от 5 тыс. руб. до 10 тыс. руб. (25 чел.), а 8,3 % (7 чел.) – ниже 5 тыс. руб.

Таким образом, более трети опрошенных находятся за чертой бедности.



Рис. 2. Доходы на члена семьи респондентов и их представление о бедности

Следовательно, уровень бедности среди наших респондентов превышает почти в 2,5 раза уровень бедности в России (показатель доли населения, семейный доход которой находится ниже прожиточного минимума – 18,9 %)[2].

Удивительно, что, находясь за чертой бедности, в регионе с довольно суровым климатом, 77,4 % респондентов не относят себя к числу бедных (65 чел.) и только 22,6 % считают себя бедными (19 чел.). В представлении 39,3 % респондентов к бедным семьям следует относить тех, чей доход на одного члена семьи составляет от 5 до 10 тыс. руб. (33 чел.), 38,1 % – ниже 5 тыс. руб. (32 чел.), 22,6 % опрошенных – 11–20 тыс. руб. (19 чел.). Указанное обстоятельство не обязательно оценивать только в такой интерпретации, вполне возможно, что это смысловая ошибка стресс-теста, что требует впоследствии коррекции анкет.

Портрет бедного студента, по мнению респондентов, складывается из дефицита денег на блага: не хватает денег на пищу – 42,9 % (36 чел.), кому хватает денег на пищу, но не хватает на одежду, – 36,9 % (31 чел.), кому хватает денег на пищу и одежду, но не хватает на покупку техники, – 20,2 % (17 чел.).

Основную причину бедности респонденты видят в низких доходах – 42,9 % (36 чел.), вторая причина – экономические проблемы в стране 31 % (26 чел.), остальные 19 % видят проблему в том, что люди не могут найти достойную работу (16 чел.). Можно сделать вывод, что мнение наших респондентов сходится с мнением соотечественников.

На вопрос «сколько должен получать денег в месяц человек в Красноярском крае, чтобы считаться богатым?», треть опрошенных – 32,1 % (27 чел.) ответили 100 001–200 000 руб., 25 % (21 чел.) – 51 000–100 000 руб., 21,4 % (18 чел.) – более 50 000.

На вопрос «Какая примерно сумма в месяц нужна Вам лично, чтобы иметь все, о чем Вы мечтаете, и жить, ни в чем себе не отказывая?» в равных частях по 23,8 % (20 чел.) респонденты ответили 50 001–100 000 руб. и более 300 000 руб., 22,6 % (19 чел.) – 30 001–50 000 руб., 20,2 % (17 чел.) – 100 001–300 000 руб., 7,1 % (6 чел.) – 20 001–30 000 руб., 2,4 % (2 чел.) – 10 000–20 000 руб.

Таким образом, проведенное исследование хоть и не дает исчерпывающей картины студенческой бедности в городе Красноярске, но может стать драйвером последующих изысканий, направленных на получение полной картины положения молодежи. В дальнейшем это позволит выработать стратегию быстрой ликвидации студенческой бедности, обеспечит предпосылки участия студентов и выпускников в экономическом развитии региона.

Список литературы

1. Неравенство и бедность: отчет Росстата за 2018 год. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/poverty (дата обращения: 17.04.2019).

УМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ГОСУДАРСТВЕННЫХ СЛУЖАЩИХ

А.В. Пузевич*

Научный руководитель Г.И. Васина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Умный город (с англ. Smart city) – это взаимосвязанная система коммуникативных и информационных технологий с интернетом вещей (IoT), благодаря которой упрощается управление внутренними процессами города и улучшается уровень жизни населения [1].

Интеллектуальный город выполняет две важные задачи:

- сбор и передача данных представителям управления;
- налаживание обратной связи между администрацией и горожанами, благоустройство среды.

Плюсы Smart city заключаются в повышении уровня жизни граждан и в уменьшении издержек рабочих процессов благодаря автоматизации деятельности, не требующей применения аналитических навыков.

В 2018 г. Глобальный институт McKinsey (MGI) провел исследование «Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан?», оно охватило 15 городов мира. Основными критериями оценивания являлись следующие параметры: насколько широко распространились различные технологии, от чего зависел успех их распространения.

«На примерах городов трех типов, различающихся как устройством существующих инфраструктурных систем, так и исходным уровнем развития, MGI оценил, как примерно 60 современных решений для умного города влияют на различные аспекты качества жизни. Использование этих новых инструментов обеспечивает целый ряд положительных результатов: в частности, они позволяют уменьшить смертность на 8–10 %, повысить оперативность реагирования на чрезвычайные ситуации на 20–35 %, сократить среднее время в пути на работу и с работы на 15–20 %, снизить заболеваемость на 8–15 %, а также сократить выбросы парниковых газов на 10–15 %» – сообщается в материалах исследования [2].

Высокие показатели использования умных решений достигли азиатские мегаполисы, такие как Пекин, Сеул и Шанхай, в которых имеются существенные городские проблемы и где много молодежи, хорошо знакомой с цифровыми технологиями. Города очень сильно различаются по внедряемым группам решений, но во всех неизменно большое внимание уделяется транспортным системам [2].

* © Пузевич А.В., 2019

На данный момент России активно продвигается тема цифровизации городского хозяйства. В марте 2019 г. в России появился стандарт «Умного города» – набор базовых и дополнительных мероприятий, которые предстоит выполнять всем городам – участникам ведомственного проекта Цифровизации городского хозяйства «Умный город» в срок до 2024 г. Также сформирована открытая база технологий – «Банк решений умного города» [3].

Проект цифровизации городского хозяйства «Умный город» – ведомственный проект Минстроя РФ, охватывающий крупные города страны. Внедрение инновационных цифровых и инженерных решений в городскую инфраструктуру позволит повысить эффективность управления городским хозяйством и сделать города более комфортными для проживания.

В рамках Красноярского экономического форума – 2019: Российский саммит конкурентоспособности были подписаны соглашения о реализации пилотного проекта по цифровизации городского хозяйства «Умный город». Пилотными городами в Красноярском крае стали: Красноярск, ЗАТО г. Железногорск, ЗАТО г. Зеленогорск.

Председатель Правительства Красноярского края Юрий Лапшин отметил: «В краевом центре уже появилась уникальная современная ИКТ-инфраструктура, которая сейчас представляет отдельные элементы «умного города». В свою очередь, Железногорск и Зеленогорск – неоспоримые центры инноваций, современных технологических решений» [4]. Сейчас в регионе запущена автоматическая система управления дорожным движением АСУДД, работает система «Безопасный город».

Умные технологии широко применяются также и в сфере образования. К ним относятся онлайн-экзамены, разработка индивидуальных программ обучения, создание электронных учебников [2].

Основное преимущество онлайн-образования – доступность: для зачисления на курс необходим лишь доступ к сети Интернет и внесение оплаты обучения. Такой формат обучения позволяет учиться без отрыва от работы, учебы. Работодатели все чаще признают сертификаты об онлайн-обучении, а также сами применяют технологии онлайн-обучения для своих сотрудников.

Государственная кадровая политика в Красноярском крае осуществляется Управлением кадров и государственной службы Губернатора Красноярского края, рассмотрим процессы, которые здесь реализуются.

На рисунке представлена матрица показателей, используемая как для определения качества функционирования бизнес-процессов организации, так и с целью установления их предполагаемой степени важности.

Исходя из проведенного анализа, выявлена проблема сбора и обработки персональных данных служащих, проходящих профессиональную переподготовку или получающих дополнительное профессиональное образование.

На первый взгляд проблемы в процессе обучения служащих отсутствуют, но при масштабном переходе г. Красноярска на проект Цифровизация городского хозяйства «Умный город» появляется необходимость во внедрении новых технологий в процесс обучения служащих.



Условное обозначение:
 точка А – обучение служащих;
 точка В – управление эффективностью обучения;
 точка С – разработка программы образовательных мероприятий;
 точка D – управление корпоративной информацией;
 точка Е – сбор и обработка персональных данных;
 точка F – организация и проведение конкурсов на замещение вакантных должностей;
 точка G – планирование и управление финансами.

Рис. Матрица показателей значимости бизнес-процессов организации

Сейчас во всех регионах страны внедряется единое информационно-коммуникативное пространство в системе государственной службы РФ [4].

Единая информационная система управления кадровым составом государственной гражданской службы РФ (ЕИСУ КС) – единый информационный ресурс, который содержит актуальные сведения о системе государственной службы, о порядке прохождения и поступления на государственную службу. Система позволяет организовать деятельность кадровых подразделений органов государственной власти на федеральном и региональном уровнях РФ [5].

Предлагается внедрить в подсистему профессионального развития гражданских служащих ЕИСУ КС процесс сбора и обработки персональных данных служащих – участников образовательных программ, в том числе и формирование отчетов об обучении государственных и муниципальных служащих, а также на этой функциональной подсистеме можно внедрить раздел и для обучения служащих путем проведения вебинаров, видеолекций, онлайн-тестов и иных мероприятий.

Предложенное решение позволяет:

- избавиться от дублирования данных;
- повысить эффективность обучения служащих, возможно, автоматизировать обучение;
- снизить риски в получении недостоверных отчетов об обучении групп.

Предложенное решение является одним из самых эффективных. Одна из причин тому – переход всех органов исполнительной власти РФ на единую систему управленческих кадров и реализация в регионе проекта цифровизация городского хозяйства «Умный город».

Список литературы

1. Robo Sapiens [Электронный ресурс]: Умный город – концепция, технологии, перспективы развития. URL: <https://robo-sapiens.ru/stati/umnyiy-gorod>.
2. McKinsey [Электронный ресурс]: Технологии умных городов: что влияет на выбор горожан? URL: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries>.
3. Минстрой РФ [Электронный ресурс]: В России появился стандарт «Умного города». URL: <http://www.minstroyrf.ru/press/v-rossii-poyavilsya-standart-umnogo-goroda>.
4. Указ Президента РФ от 11.08.2016 № 403 «Об Основных направлениях развития ГГС РФ на 2016 – 2018 годы». URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime>.
5. Госслужба [Электронный ресурс]: Что такое Портал. URL: <https://gossluzhba.gov.ru/Page/Index/AboutPortal>.
6. Пузевич А. В. Технологии цифровой экономики в управлении персоналом государственной службы // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018014578>.

СМАРТ-ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

К.С. Соколова, П.В. Дрантусов*

Научный руководитель С.В. Капустина
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Содержание вредных для здоровья веществ в воздухе крупных промышленных городов возрастает с каждым годом. Мониторинг загрязнения атмосферы является важным звеном системы управления качеством воздуха, средством измерений, предоставляющим практическую информацию для принятия управленческих решений. В целом для страны экономический ущерб в результате негативного воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье населения находится в диапазоне 3,1–5,8 % от ВВП, то есть превышает бюджет на здравоохранение и охрану окружающей среды [1].

В общем случае технология мониторинга включает следующие этапы [2]:

- измерения показателей мониторинга;
- сбор сведений и консолидация данных;
- обработка результатов измерений – переход от измерений в точке к пространственному распределению показателя методами интерполяции и экстраполяции данных;
- оценка текущего состояния показателей мониторинга и выявление участков местности, где превышены фоновые значения;
- сопоставление критических проявлений процессов, явлений или событий с другими показателями мониторинга;
- выявление закономерностей в развитии процесса или явления;
- прогноз изменения обстановки;
- формирование отчетов и аналитических записок.

Существующие технологии мониторинга окружающей среды в рамках концепции «Smart City» используют следующие системы: диспетчерское управление по сбору данных (SCADA), широкополосные системы мониторинга (WAMS), широкополосная адаптивная защита (WAAPCA), широколиственная осведомленность (WASA) [3]. Существует несколько методов контроля газового состава атмосферы: наземный, авиационный и спутниковый. В настоящее время контроль выбросов в Красноярске основан на наземном методе, путем развертывания стационарных и мобильных станций для мониторинга данных качества воздуха путем забора загрязняющих веществ (рис. 1).

Однако таких станций и количества анализируемых загрязняющих веществ недостаточно. Кроме того, информация о загрязнении воздуха чаще всего закрыта от общественности или понятна только специалистам.

* © Соколова К.С., Дрантусов П.В., 2019

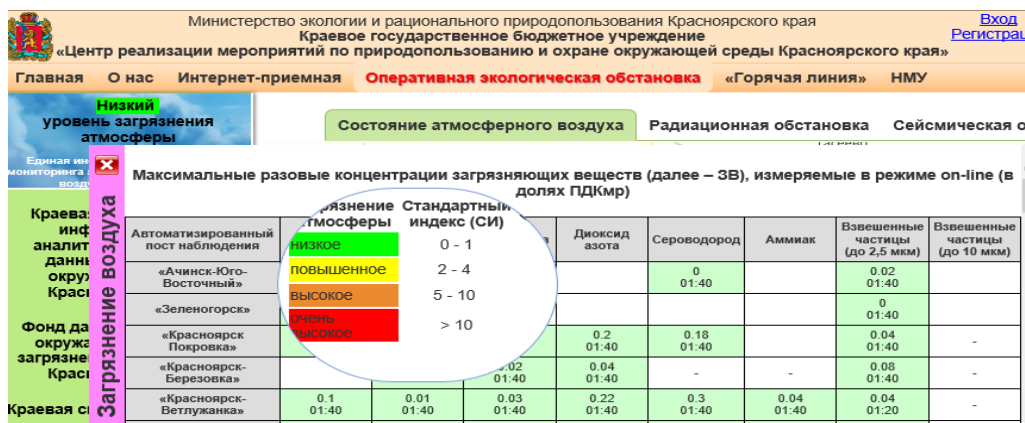


Рис. 1. Оперативная экологическая обстановка

Современные мировые технологии использует Интернет вещей, когнитивные вычисления, аналитику Больших данных, управление гибридными данными, экологическое моделирование и т. д. [4]. IBM разработала систему прогнозирования и управления качеством воздуха – Green Horizons (GH). Программное обеспечение GH базируется на технологиях обработки многопоточных данных при помощи искусственного интеллекта. Технологии машинного обучения применяются для выработки оптимальной стратегии и получения высококастомизированного прогноза по качеству воздуха с учетом географических и сезонных вариаций в разных городах мира (рис. 2). GH – это самообучающаяся адаптивная система. На сегодняшний день система GH развернута для задач ежедневного прогнозирования в более чем 30 городах Китая.



Рис. 2. Источники и модели данных Green Horizon

Цель разработки системы «Sensing the City» заключалась в мониторинге ключевых параметров воздуха в разных районах города в реальном времени динамичным способом. По этой причине разработчики задумались о беспроводной сети датчиков, размещенной на верхней части фургонов, с возможностью перемещения по всему городу. Вся информация с датчиков, контролируе-

мая платформой Waspote Plug & Sense!, отправляется в концентратор датчика, который расположен в перчаточном ящике автомобиля через 802.15.4. Он состоит из платы Raspberry Pi2, антенны GPS (чтобы обеспечить отслеживание) и модуля Zigbee. Собранные информация отправляется в облако через 3G и визуализируется в CitySense на базе платформы Microsoft Azure IoT. Основными функциями системы являются:

- надежный захват показаний датчиков из нескольких узлов относительно местоположения в ближайшем реальном времени;
- недорогая и гибкая/масштабируемая система: позволяет обновлять датчики, обслуживать платформу и облачные сервисы;
- надежная работа системы: возможность записи и загрузки показаний датчиков во время потери сигнала 3G;
- эффективная платформа сбора данных на основе облачных вычислений;
- временная и геопространственная визуализация данных о качестве воздуха;
- удаленный доступ, позволяющий обновлять и отлаживать конфигурацию на лету (OTA).

В Красноярском крае реализуется программа, разработанная министерством природных ресурсов и экологии Красноярского края «Снижение негативного воздействия на окружающую среду предприятиями Красноярского края на 2016–2020 годы». Одна из задач программы – снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от стационарных источников предприятиями Красноярска. К организациям, осуществляющих мониторинг, относятся: ФГБУ «Среднесибирское УГМС», КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края», отдельные предприятия (КРАЗ и др.), ГУ МЧС Красноярского края, СФУ, общественные организации. Для масштабных мероприятий, таких как, например, Зимние студенческие игры 2019 года, были предприняты адресные и временные сокращения производственной деятельности.

В настоящее время появилась необходимость проведения исследований окружающей среды в Красноярске на новом системном и техническом уровне. Компьютеризация воздухоохранной деятельности представляется одним из важнейших направлений развития системы управления качеством атмосферного воздуха в Красноярске. Создание электронной базы данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу затруднено отсутствием единой технологии сбора данных и совместимостью с форматами программного обеспечения, недостаточностью данных, отсутствием их анализа.

Таким образом, использование smart-технологий, обработки многопоточных данных при помощи искусственного интеллекта, машинное обучение помогут получить достоверный прогноз по качеству воздуха для обеспечения поддержки принятия ответственных решений.

Список литературы

1. Варкалов А. Г., Деменков А. М., Круглова Л. В. и др. Автоматизированная система непрерывного экологического мониторинга // Безопасность окружающей среды. 2008. № 3. С. 42–43.
2. Рожнов А. В., Абрамов П. И., Варкалов А. Г. и др. Средства индикации и мониторинга атмосферного воздуха, воды и почвы // Химическая и биологическая безопасность. 2010. № 5-6. С. 58–65.
3. Жумадилова М. Б., Жумадилова Ж. Б. Возможности использования информационных технологий в создании модели системы мониторинга // Знание. Понимание. Умение. 2014. № 1. С. 335–344.
4. Кулиничев И. А. Рациональное Управление Предприятием // О прогнозировании и управлении качеством воздуха в городах и областных центрах. 2017. № 03-04. С. 18–21.

**Глобальное предпринимательство.
Стратегические приоритеты
развития Арктики**

PATH TO THE GREEN FUTURE (GREEN MARKETING)

D.V. Gubenko*

Research advisor N.A. Grischenko
PhD in Philology, associate professor

Siberian Federal University

Green marketing has been the object of sustained interest abroad, in Russia has not been paid much attention yet. This paper is focused on the topic trying to contribute to an understanding of the current attitude to Green marketing in Russia and more specifically, its possible prospects.

Green marketing is a newly formed marketing strategy which came into prominence in the last decade of the 20th century. It may be considered as one of the forms of Corporate Social Responsibility (CSR) of a modern company.

Giving an exact definition to green marketing is not an easy task for a researcher as it comprises many aspects. Having summarized the main information given in the current scientific papers, we can suggest that the concept of green marketing incorporates the development and distribution of environmentally friendly goods, modifications in the procedure of production, sustainable packaging and even changes in advertising campaigns. Along with the term green marketing we can use ecological marketing or environmental marketing as well.

Turning back to the world experience of Green marketing development, it should be mentioned that the first steps towards this direction were taken by global companies in the late 1980^s and early 1990s. A world-famous ice cream seller Ben & Jerry`s made a great contribution to the development of the concept by supplementing the financial report of the company with a review of its impact on the environment [1]. Later such practice has become a standard for the companies that are intended to create an image of ethical, moral business. Currently the number of companies that follow the strategy of Green marketing is constantly increasing and many manufacturers are making efforts to implement such practice into their everyday activity as it makes their products more attractive for customers to buy and may as well influence the current profitability of a company.

One of the key aspects of green marketing is providing a sustainable development of the environment or environmental sustainability. According to the definition given by The American Marketing Association (AMA) sustainable development is “meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own need” [2]. Therefore, green marketing is an innovative marketing technic that takes into consideration not only the current situation on the market but also emphasizes the future perspective in the society.

Several studies demonstrate that the understanding of the importance of “environmental” strategy and value of the development of society that meets the needs of today without compromising the ability of future generation to meet their needs came

* © Gubenko D.V., 2019

to the Western World at the end of 20th century. According to the survey carried out in 1989, 67 % of Americans claimed that they were ready to pay 5-10 % more for environmentally friendly products [3]. Nowadays such costumers' tendency to buying eco-friendly goods that do not contain toxic materials or that are made from renewable recourses is noticeable even more.

The study is based mainly on data collected having applied the method of desktop research. Consistent analysis of the websites of Russian and foreign companies made it possible for us to state the following:

1. Among the corporations that embrace the concept of green marketing such global brands as Coca-Cola, Apple, IKEA, Panasonic, Unilever and others can be called. Websites of all the mentioned companies distinctly demonstrate eco-friendly principles that the companies share. These principles include:

- usage of renewable resources in the process of manufacturing;
- producing products that can be recycled;
- providing goods with eco-sustainable packaging.

2. All the companies mentioned above successfully operate on the market of Russia and Krasnoyarsk krai promoting the idea of green marketing among local manufacturers and consumers. Following the tendency local companies are showing their interest in implementation of Green marketing strategy as well. Though, it should be mentioned that the introduction of eco-friendly principles into the process of manufacturing and distribution is time-consuming and it may take a long time to totally shift from conventional methods of production to innovative ones.

3. Nevertheless, local eco-friendly companies (such as GreenWay, Greenliving.ru, NewYog.ru, Sibereco) are trying to find their gap in the market and expand their target audience. Those companies specialize on producing organic foodstuff, cosmetics and household products, they claim to provide the customers with unique goods that do not have equivalents on the market. An active promotion of environmental sustainability is clearly reflected in online platforms of the companies: websites and official accounts in social networks demonstrate their commitment to preserving the environment, describe the procedure of manufacturing, give the detailed information about the recourses and materials involved, provide high customer awareness of global environmental concerns and possible ways to mitigate their consequences (the extracts from such websites are represented on the figure).

4. Perspectives of development for local eco-friendly companies are mainly connected with using natural recourses of Siberia and launching those Siberian brands with their identity to the Russian and even international market. Currently, when Krasnoyarsk is becoming one of the businesses, cultural and educational centers of Siberia, such brands have a perfect opportunity to gain a firm foothold in the market and become the representatives of the region on the global stage promoting the ideas of Green marketing. Such kind of responsible corporate behavior can contribute to the solution of the environmental problems of our region and future thriving of the Krasnoyarsk Krai as well as the companies themselves, as socially responsible actions for the benefit of society help enhance reputation of the company [4].

Как выращиваются растения для органической косметики. Нельзя использовать: - генетически модифицированные семена - гербициды - химические удобрения - пестициды - фунгициды Все это приводит к разрушению природных свойств растений. Можно использовать: - не генномодифицированные семена - сорняки пропалываются руками - компост и навоз животных из био-хозяйств - с вредителями борются с помощью птиц и хищных насекомых - лечение гомеопатическими препаратами Усиление защитных сил растений.

Как перерабатывается сырье. Нельзя использовать: - химические консерванты - синтезированные красители - синтезированные ароматизаторы и улучшители вкуса - синтезированные стабилизаторы - синтезированные загустители (например крахмал) - генетическим модифицированные ингредиенты (например: крахмал, как наполнитель) - вредоносные технологии: атомное расщепление продукта, ультразвуковая обработка, химическая консервация, газация продуктов в вакуумной упаковке и без, обработка продуктов фенолом и ПАВ - пластиковая упаковка (требует консерванты) Можно использовать: - природные консерванты: (сахар, соль, растительные масла, кислоты, эфирные масла) - натуральные красители - натуральные ароматизаторы - пектин яблок и цитрусовых, мука зерен плодов рожкового дерева, гуаровая камедь, ксантан, карраген из красных водорослей, агар-агар - не генномодифицированные ингредиенты - пастеризация, соление, квашение, сушка, вяление, вакуумная обработка - упаковка: бумага, стекло, металл, упаковка из биологически неактивных веществ (не вступают во взаимодействие с содержимым)

Признаки органической косметики. Упаковка неброская и пригодная для вторичной переработки, обычно без содержания стекла и металла. Отсюда принцип: чем скромнее упаковка - тем лучше ее содержимое. Цвет косметики белый (или она бесцветная), т.к. нет красителей. Не поддавайтесь искушению ярким манящим цветом. Запах редко приятный, обычно "аптечный" или лекарственный аромат трав. Исключение - фруктовые и цветочные запахи, если в составе есть эфирные масла. Из-за отсутствия химических загустителей и растворителей жидкая эмульсия может разделяться на слои. Поэтому перед употреблением флакончик следует сильно встряхнуть. Мало пены, т. к. нет пенообразующих химических веществ. Поначалу это может вызывать недоумение, однако отсутствие пены ничуть не уменьшает моющие и ухаживающие свойства. При попадании в глаза натуральные экстракты вызывают острое чувство жжения, которое проходит сразу после промывания водой. На этикетке приведен полный список компонентов и указан сертификат. Органические компании при переводе текста обязаны указывать полную информацию. Отклейте русскоязычную этикетку и сверьтесь со списком на тубике.



Вверх

Fig. Extract from «Greenliving» blog on the website of Greenliving.ru company

To emphasize everything mentioned above, we can say that Green marketing is an up-to-date, consistently spreading approach to production, distribution and promotion of goods that aims to satisfy the current needs of customers and at the same time to minimize the harmful impact on the nature. A wide range of methods is used by eco-friendly companies to provide the sustainability of the environment and an increasing number of companies apply green marketing techniques as it contributes to creating a positive image of a brand. The analysis of the local market has figured out that green marketing in Krasnoyarsk is promoted by global corporations (such as Coca-Cola, Apple, Panasonic, Unilever) that have a superior distribution network and sell their products in super – and hypermarkets. Along with these international companies, local eco-friendly brands are being launched into the market and are gaining popularity among costumers.

Reference

1. Belz F., Peattie K. Sustainability Marketing: An Innovative Conception of Marketing. Marketing Review St. Gallen, 2010, № 5. Pp. 8–15.
2. Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations, 1987. 247 p.
3. Padmavathi M. Sustainable Marketing – A Theoretical Perspective. International Journal of Green and Herbal Chemistry, 2013, № 1. Pp. 149-153.
4. Thomas L. Friedman: The power of green. The New Your Times, 2017. 167 p.

THE DEVELOPMENT OF TOURISM IN THE ARCTIC**D.A. Lebedeva***Scientific supervisor V.M. Manyukova
senior lecturer of Marketing department*Siberian Federal University*

For many centuries, the northern snow region has attracted the attention of researchers all over the world. Today, the North Pole is popular not only among researchers, but also among travelers and tourists. Therefore, tourism is one of the possible directions of development of the Arctic. More and more people from different countries want to spend their holidays in exotic places. And the Arctic is such a place, that people want to visit. The Arctic is the northern polar region of the planet, which occupies almost one-sixth of the Earth's surface. Arctic waters include the Arctic Ocean, seas such as the Greenland, the Barents, the Kara, the Laptev, the East Siberian, the Chukchi, Baffin and Fox bays, as well as numerous bays and Straits of the Canadian Arctic archipelago and the Northern Pacific and Atlantic oceans. The Arctic land includes Greenland, the Canadian Arctic archipelago and the Svalbard, the Franz Josef Land, the Novaya Zemlya, the Severnaya Zemlya, Novosibirsk Islands, Wrangel Island, the Northern coast of Eurasia and North America. The area of the Arctic land consists of the northern territories of eight Arctic states such as Russia, Canada, Greenland, USA, Iceland, Norway, Sweden and Finland. The Arctic is still one of the cleanest ecological areas of the planet. All countries, that own their Arctic zone, take care of the nature of this unique region of the Earth. In the Arctic there are a huge number of protected areas. Every state, that owns a small part of the Arctic, tries to use opportunity to attract the attention of travelers and the development of tourism [1].

More and more Russian travelers want to discover this northern region. Russia owns the largest part of the Arctic territory, there are vast plains, tundra and forest tundra, Islands with ice deserts, mountains, lakes and rivers, forests with rich flora and fauna. It is home to polar bears, arctic foxes, bowhead whales, beluga whales, walruses, seals, reindeer and more than a thousand species of plants. These lands are inhabited by representatives of 11 different indigenous Northern peoples with a rich history, culture and traditions. Many Russian cities are located in the Arctic zone (Table).

At the same time, tourist opportunities of the regions of the Arctic zone of the Russian Federation are not fully used. In contrast to other Arctic countries, such as Norway, the number of tourists coming to the Russian Arctic is negligible. Thus, in the summer of 2018 the national park "Russian Arctic", which includes the territory of the Franz Josef Land, was visited by 1,225 people from 41 countries, while in the same period the number of tourists to the Norwegian archipelago of the Svalbard was about 70,000 people. The share of tourists visiting the national Park "Russian Arctic"

* © Lebedeva D.A., 2019

from China was 33 % of the total number of visitors (354 people), citizens of Germany (144 people) and Switzerland (143 people) are in second place – 13 %, the US citizens (136 people) are in third place – 12 %. The share of Russians was 8 % of the total number of visitors to the Park (89 people). Also among those who are actively interested in the “Russian Arctic” – Japanese, British, Australians, Canadians and New Zealand residents (Figure). Nowadays, the cruise to the North Pole is a visiting card of the Arctic tourism in Russia. This is an exclusive Russian tourist product and one of the best destinations in the field of Arctic tourism [2].

Table

Main cities of the Russian Arctic

The city	The subject of the Russian Federation
Vorkuta	The Republic of Komi
Dudinka	Krasnoyarsk Krai
Igarka	Krasnoyarsk Krai
Murmansk	Murmansk region
Norilsk	Krasnoyarsk Krai
Pevek	Chukotka Autonomous Okrug
Salekhard	Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

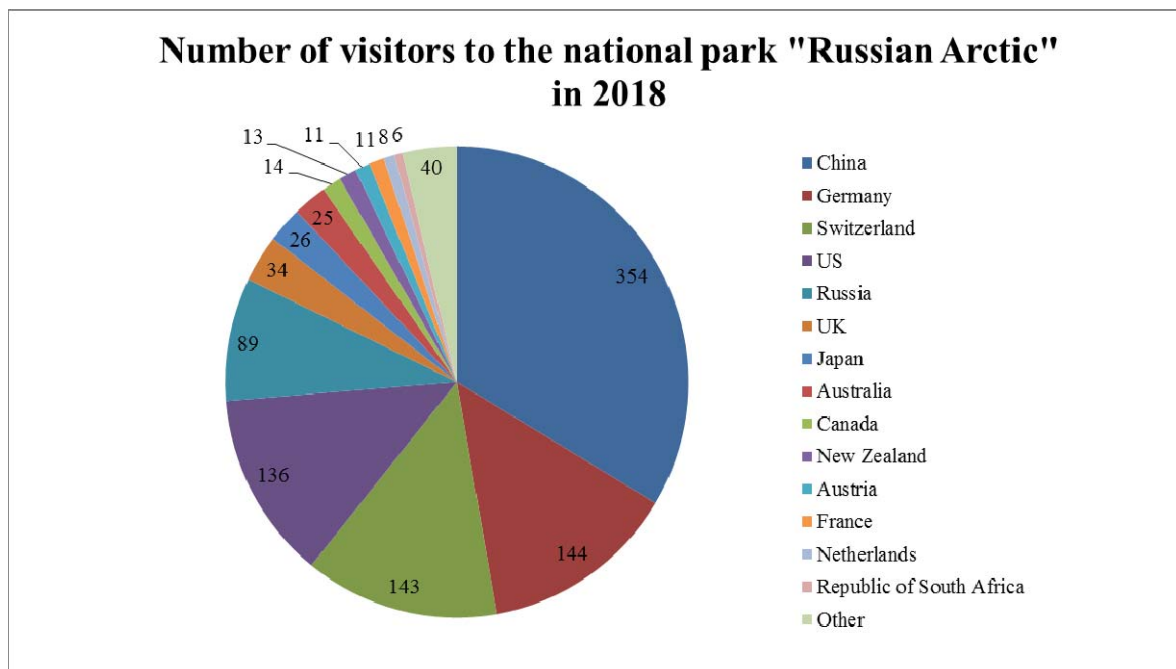


Fig. Number of visitors to the national park “Russian Arctic”

The main problem in the development of tourism as a sector of the regional economy in the Russian Arctic is the transport underdevelopment of the subject. Due to the underdevelopment of land communications, the main transport burden in the regions falls on sea and river transport, which, in turn, has a high level of deterioration of ships and outdated infrastructure of ports and berths. Another problem is the

low level of services and the lack of necessary tourist infrastructure. As a result, these problems affect the cost of Arctic tours, which makes them expensive for the citizens of our country. [3] In addition, the population is not aware of the attractive opportunities of the Arctic. Russian citizens do not associate the region with a place for rest and comfortable stay. This is also due to extreme weather conditions. As a result, tourists prefer the southern destinations, which are also much cheaper than traveling in the Arctic. All these problems affect not only Russian travelers, but also foreign ones. Therefore, many travelers are not interested in Africa. [4]

In my opinion, a promising direction is the development of ecotourism, which means minimal anthropogenic impact on the places of stay and contributes to the protection of natural objects in the Arctic. I also think that for development it is necessary to take into consideration the extreme, scientific, educational and ethnographic tourism. The latter category also includes direct participation in projects of the small indigenous peoples of the North, which in turn will preserve their rich culture and improve their socio-economic situation. In the future, Arctic tourism in the Russian north can provide income not less than mineral extraction [5].

References

1. Website Russian Arctic // National park. URL: <http://www.rus-arc.ru/ru/Tourism/Statistics> (date of the address: 11.04.19) [in Russian].

2. Website of RIA NOVOSTI. URL: <https://ria.ru/20100415/220156203.html> (date of the address: 11.04.19) [in Russian].

3. The Arctic tourism in Russia / executive editor Ju.F. Lukin; Author of the tourist reference book on regions N. K. Harlampyeva. – Sev. (Arktich.) feder. un-t [Northern Arctic Federal University]; SanktPeterb. gos. un-t [Saint Petersburg State University]. – Arhangel'sk: SAFU, 2016. 256 p. [in Russian].

4. Website Arctic info. URL: http://www.arctic-info.ru/news/turizm/Glava_Rosturizma_Rossiya_otkroet_turistam_neizvedannuyu_Arktiku/ (date of the address: 11.04.19) [in Russian].

5. Website Tour operator of ArcticTour. URL: <http://arcticatour.com/> (date of the address: 11.04.19) [in Russian].

CANADA'S STRATEGIC PRIORITIES IN THE DEVELOPMENT OF THE ARCTIC. COOPERATION OF RUSSIA AND CANADA

V.N. Tyumencev*

Scientific supervisor V. M. Manyukova
senior lecturer of Marketing department,

Siberian Federal University

In the 21st century, trends and problems of policies that are being pursued in relation to the Arctic are discussed especially often. There are several reasons for this interest in this region.

First of all, we are talking about a large number of resources, the value of which is important today. At the same time, oil and gas reserves in the Arctic territories and water areas are significant: for gas they can be about 30 % of global reserves, and about 13 % for oil. In addition, climate warming forecasts, especially in northern latitudes, influence the growth of interest in the natural resources of the Arctic. This allows us to consider the northern and Arctic waters as real transportation routes to shorten the delivery of goods on the world market [1].

Taken together, this means that Arctic resources that were previously difficult to use for reasons of profitability may become increasingly involved in global economic turnover and play an increasing role in world markets.

So, in the strategic document "Canada's Northern Strategy: our North, our heritage, our future," it is noted that the Canadian sector of the Arctic is 15 % less than the Russian one. Canada is one of the five so-called "official" Arctic states. According to modern international law, these states have preferential legal grounds for the economic development of the Arctic shelf [2].

The main interest for Canada is the prospect of developing oil and gas fields. Along with the traditional oil and gas fields in the coastal zone of the Canadian Arctic are huge reserves of methane hydrate. If industrial mining is established, these reserves will last for several hundred years. However, a third of proven oil and gas reserves is still not being used. Safe technologies have not yet been developed, and Canada has restricted drilling in its Arctic shelf. The mechanism of insurance coverage in the event of a major accident or a threat to the environment has not been worked out either.

Melting polar ice increases the time of navigation along the so-called North-Western Pass, which Canada claims to control. In case of release from ice, this strait will be comparable in economic attractiveness to the Northern Sea Route along the Arctic coast of Russia. The fact is that it significantly shortens the route from East Asia to Europe and the East Coast of the United States and Canada, compared with the route through the Panama Canal.

Canada, like Russia, adheres to the sectoral principle of the division of the Arctic spaces. This approach involves ensuring control over the Arctic spaces up to

* © Tyumencev V.N., 2019

the North Pole. The Canadian North accounts for 40 % of the country's land territory, but only 107 thousand people live there. The Canadian North has been developed much less than the arctic zone of Russia, both socio-economically and militarily. Therefore, the main point of the Canadian Arctic policy is the integrated development of this region.

Based on this, the main directions of Canada's Arctic strategy are as follows:

- Protection of the sovereignty of the country in the Arctic sector. It is planned to increase military presence to strengthen control over the land, sea and airspace of the Arctic.

- Ensuring the socio-economic development of the Canadian North. We are talking about annual subsidies to the northern territories in the amount of 2.5 billion Canadian dollars for the development of the health care system, education and social services.

- Protecting the environment and adapting to climate change, saving ecosystems, creating national parks, switching to alternative energy sources, participating in the development of international standards governing economic activities in the Arctic.

- The development of self-government, economic and political activity in the northern territories.

Canada's Arctic strategy is more internal than external. This brings it closer to Russian policy in the North. The military-political aspect is important, but not defining in the northern strategy of Canada. The main motive for ensuring and even increasing Canada's military presence in the region is that today it has neither the resources for real control over the vast spaces of the North, nor the experience of military operations in the Arctic. Tasks of a military nature are very limited in scope and are mainly aimed at ensuring national security and protecting the economic interests of a country in this region.

Despite the fact that Russia and Canada are competing on the question of the division of Arctic spaces, they adhere to some common principles. First, both states are in favor of resolving controversial issues through conversation and on the basis of international law. Secondly, both Russia and Canada are in favor of securing the status of the transit sea routes in the Arctic as inland waters, which is economically beneficial for both countries. Third, the countries have a unified position regarding the strengthening of the value of the Arctic Council [3].

In recent years, Russian-Canadian cooperation has been developing. The priority areas are the following: energy and energy efficiency, nanotechnology, biomedical technologies, research on climate and the Arctic, joint investment projects, education. There are also projects in the field of agriculture and forestry and a number of programs aimed at creating favorable conditions for the livelihoods of the native peoples of the North [4].

Summing up, it is worth noting that Canada will continue to contribute to developing a more complete understanding of the human potential in the Arctic to improve the lives of northerners. Canada recognizes and appreciates the important

role of the northern governments, indigenous organizations in the Arctic Council and northerners in shaping international activities in the Arctic territories.

References

1. Васильев В. В., Селин В. С., Терещенко Е. Б. Социально-экономические последствия ожидаемого изменения климата в Арктике // Регион: экономика и социология. 2009. № 2. С. 125–136.
2. Коньшев В. Н., Сергунин А. А. Арктика на перекрестье геополитических интересов // Мировая экономика и международные отношения. 2010. № 9. С. 43–53.
3. Blunden M. The New Problem of Arctic Stability // Survival. 2009. Vol. 51. No 5. P. 127.
4. Appleton S. The New Polar Race // IBA Global Insight. 2011. Vol. 65. No 1. P. 34.

**«Глобальные вызовы»
мировой экономики.
Технологическое лидерство региона**

УСЛОВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ИПОТЕЧНОГО КРЕДИТА

С.Б. Баинов^{*}

Научный руководитель А.Ю. Чудновец
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Ипотечное кредитование позволяет привлечь средства под залог недвижимости, что в некоторой степени снижает риски банка и, соответственно, уменьшает ставку процента по кредиту. Однако кредит необходимо возвращать, а также платить за пользование этими деньгами, а значит, необходимо выплачивать банку как сумму основного долга, так и проценты.

В случае аннуитета сумма платежа определяется по формуле

$$A = S * \frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}}, \quad (1)$$

где A – сумма периодического платежа, S – сумма кредита, i – ставка процента по кредиту, n – количество периодов выплаты кредита.

Как можно понять из формулы, чем дольше срок (больше периодов) выплаты кредита, тем меньше мы будем платить каждый раз. Однако увеличение срока кредита приводит к увеличению процентной нагрузки, и за весь срок заемщик выплатит тем больше процентов, чем больше этот срок.

Процентная нагрузка (ПН) равна отношению суммы выплаченных за весь срок кредита процентов ($A*n - S$) к полученной в кредит сумме (S)

$$\text{ПН} = \frac{A*n - S}{S} = \frac{A*n}{S} - 1. \quad (2)$$

Для определения оптимального срока возврата кредита необходимо стремиться минимизировать одновременно и сумму платежа, и размер процентной нагрузки. Возникает задача: до какой степени за счет увеличения процентной нагрузки целесообразно уменьшать платеж по обслуживанию кредита.

Проведем нормирование величины ежемесячного платежа ($A_{\text{норм}}$). При увеличении срока кредита величина платежа уменьшается. Таким образом, при стремлении срока к бесконечности сумма платежа будет стремиться к сумме процентов за пользование кредитом.

$A_{\text{норм}}$ – это отношение величины ежемесячного платежа к пределу, которому эта величина стремится при увеличении срока кредита до бесконечности:

$$A_{\text{норм}} = \frac{A}{\lim_{n \rightarrow \infty} A}. \quad (3)$$

^{*} © Баинов С.Б., 2019

Попробуем совместить зависимость ежемесячного платежа от срока кредита и зависимость ПН от срока кредита. В качестве двойного критерия будет взят минимум суммы процентной нагрузки и нормированной величины ежемесячного платежа.

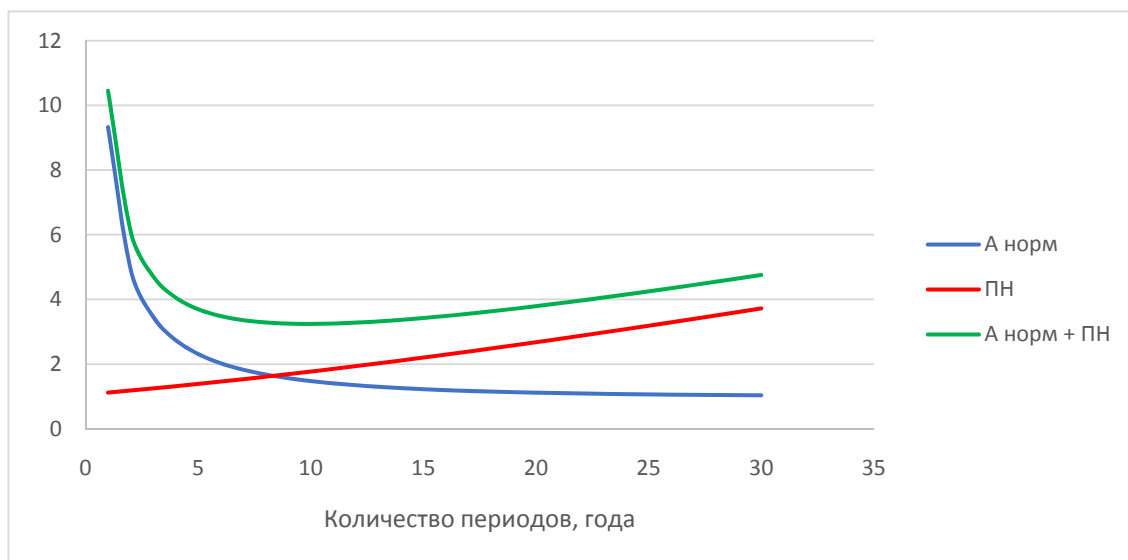


Рис. Нахождение оптимума (ставка процента 12 % годовых)

Сумма нормативного значения платежа и процентной нагрузки (в данном контексте назовем ее уравнением оптимума) уменьшается до определенного значения срока кредита, а затем начинает увеличиваться. Это происходит из-за того, что скорость изменения нормативного платежа и процентной нагрузки в зависимости от срока различная: если ПН увеличивается с одинаковой скоростью, то $A_{\text{норм}}$ стремится к некоторой асимптоте.

Для того чтобы найти минимальное значение уравнение оптимума, найдем его производную и приравняем к нулю. Таким образом, получаем:

$$i * (1 - (1 + i)^{-n}) - (1 + n * i)(1 + i)^{-n} * \ln(1 + i) = 0; \quad (4)$$

$$1 + \frac{\ln(1+i)}{i} - (1 + i)^n + n * \ln(1 + i) = 0. \quad (5)$$

Явным образом вывести формулу оптимального срока n из этого уравнения не получается. На практике нецелесообразно находить доли периода, так как количество выплат в любом случае будет целым числом. Поэтому достаточно найти минимальное значение уравнения (5) методом перебора.

Рассмотрим предложения различных банков в Красноярске по ипотечному кредиту. Из данных, приведенных в таблице, видно, что ставка ипотеки колеблется в районе 8,5–10,5 %. Для данной статьи принимались минимальные ставки ипотечного кредита, предлагаемые банками. Для расчета примем $i = 10\%$ годовых.

Ставка ипотечного кредита в разных банках

Банк	Готовое жилье	Строящийся объект
ВТБ	10,6 %	10,6 %
Альфа-Банк	9,99 %	10,49 %
Сбербанк	10,2 %	8,5 %
Газпромбанк	9,7 %	9,7 %

При расчете оптимального срока необходимо учитывать, что выплаты происходят раз в месяц, поэтому оптимальный срок кредита выражается в месяцах, а годовую ставку делим на 12.

$$1 + \frac{\ln 1,008}{1,008} - 1,008^n + n * \ln 1,008 = 0.$$

Таким образом, получаем оптимальный $n = 139$ периодов (месяцев), то есть оптимальный срок, на который стоит брать кредит в ипотеку, – 11–12 лет.

Список литературы

1. Чудновец А. Ю. Расчет эффективной процентной ставки для аннуитета // Экономика и управление в современных условиях : материалы международной (заочной) научно-практической конференции, 2017. С. 275–278.
2. Чудновец А. Ю., Отрадна Т. Н. Оптимизация параметров ипотечного кредита методом нормированных критериев // Экономика и управление в современных условиях : материалы всероссийской заочной научно-практической конференции / сост. Т. А. Кравченко. Красноярск: СИБУП, 2008. Ч. II. С. 488–493.
3. Чудновец А. Ю., Паршакова Т. Двухкритериальная оптимизация ипотечного кредита // Экономика и управление в современных условиях : материалы международной заочной научно-практической конференции / сост. Т. А. Кравченко; НОУ Сибирский институт бизнеса, управления и психологии. Красноярск, 2009. Ч. II. С. 244–248.

ФОРМИРОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ИНДИКАТОРА В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

С.Д. Бибикова*

Научный руководитель О.М. Зотков
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Формирование величины показателя рентабельности как основного индикатора в оценке эффективности развития предпринимательской деятельности предполагает наличие в распоряжении управленческого персонала, определяющего текущее и долгосрочное развитие предприятий строительства и других субъектов отраслевым видам деятельности, – нормативной базы, нормативных индикаторов сравнения. Отсутствие «вне поля зрения» – собственников, инвесторов, финансовых менеджеров нормативных данных, даже на уровне рекомендуемых, на наш взгляд, одна из важных причин появления значительных банкротств, нерентабельных коммерческих предприятий и организаций. Чтобы выйти на рост ВВП РФ 3–4 %, необходимы активные действия государства, следует пересмотреть нормативное хозяйство в рамках предприятий, организаций и страны. Без государственного подхода, без государственного «пряника» в отношении, прежде всего, низкорентабельных предприятий, собственники которых стремятся к развитию и сохранению созданных субъектов хозяйствования, достаточно трудно выйти стране на желаемый рост ВВП.

Особая сложность и трудность возникла у авторов при обосновании нормативов рентабельности активов, норматива рентабельности собственного капитала применительно к субъекту хозяйствования. В России при переходе на рыночные отношения полностью исключены, утрачены нормативы оценки эффективности экономики страны по видам экономической деятельности (отраслям) как в целом, так и по субъектам хозяйствования. Использование данных среднерыночной рентабельности активов (капитала) в оценке эффективности расплывчато по форме реализации. Возможны три базовых варианта усреднения и формирования норматива рентабельности:

- по уровню развития экономики страны в целом;
- по видам экономической деятельности (отраслевому признаку);
- по группе ведущих предприятий и организации вида отрасли.

Варианты имеют свои сложности для практического использования. Публикуемые статистические данные по первым двум вариантам требуют тщательной проверки в оценке показателей рентабельности активов. Данные рентабельности собственного капитала отсутствуют. Показатели отечественного фондового рынка ограничены. Делается вывод – каждое коммерческое предприятие должно разрабатывать нормативы рентабельности. На примере ПАО

* © Бибикова С.Д., 2019

«А» строительного профиля обосновывается методология и методика определения нормативных показателей.

Количественная величина нормативных показателей рентабельности активов и собственного капитала определялась за период 5–6 лет устойчивой экономической деятельности ПАО «А». Предприятие стабильно функционировало с положительной траекторией развития и финансовой устойчивостью. Элементы депрессии отсутствовали. Влияние санкций минимальное. В аналитических расчетах реализованы основные условия:

- нормативы стимулируют рост экономического развития;
- нормативы рентабельности активов и капитала предприятия превышают достигнутый уровень эффективности экономики страны, отраслевой принадлежности вида экономической деятельности (строительное производство);
- диапазон ставки должен быть достаточным для выплаты процентов за банковский кредит, фиксированных и других обязательных кредитных платежей;
- достаточность reinvestирования чистой прибыли в развитие предпринимательской деятельности (коэффициент reinvestирования 80–84 %);
- обеспечить возмещение собственнику инвестиционных затрат в экономический потенциал предприятия в форме дивидендов (коэффициент дивидендного выхода 16–20 %);
- структура собственного и заемного капитала, обеспеченности обязательств, источников финансирования выдерживается в пределах 2:1;

Рекомендуемые нормативные индикаторы ПАО «А» (рис. 1):

- рентабельность активов (прибыли до налогообложения) – 17–19 %;

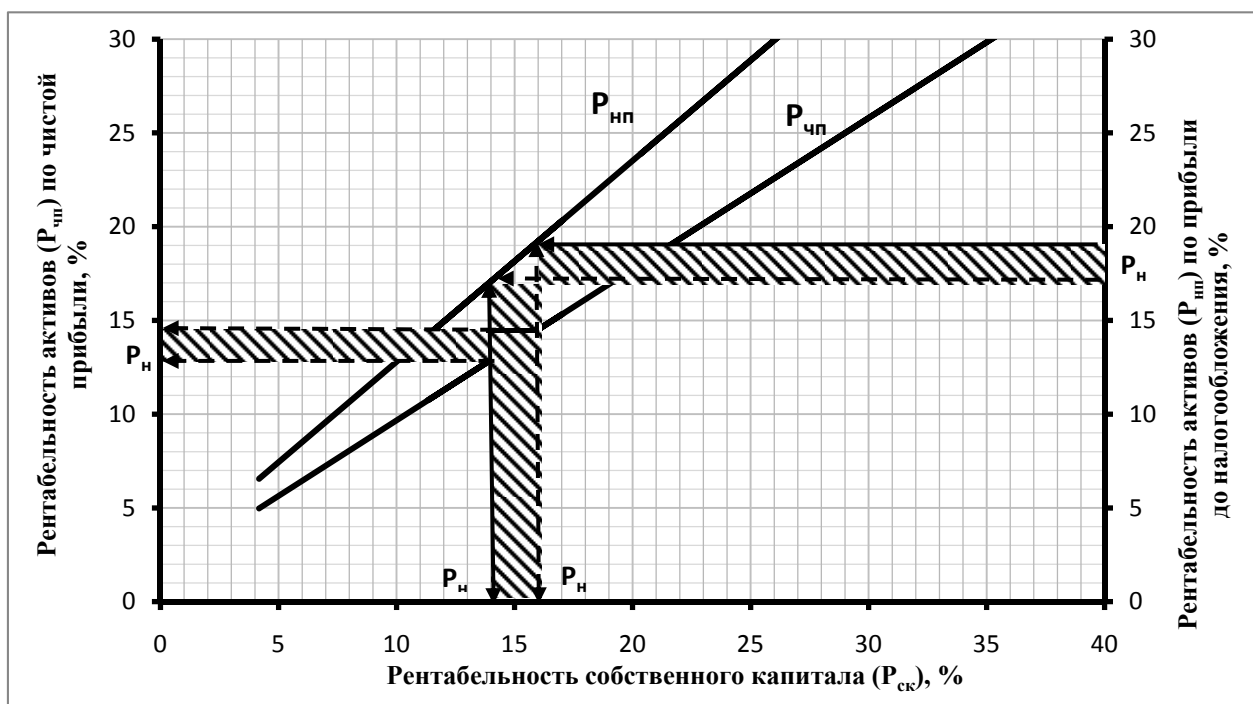


Рис. 1. Норматив (P_n) показателей рентабельности активов и собственного капитала

– рентабельность собственного капитала (чистой прибыли) – 14–16 %.

На рис. 1 представлены количественные соотношения нормативных показателей рентабельности активов и собственного капитала, адаптированных к предприятию ПАО «А». Нормативные показатели стимулируют экономический рост не только конкретного субъекта хозяйствования, но и вид экономической деятельности (металлургия и строительная отрасль, др.), экономику страны. Помимо стимулирующей функции, нормативы реализуют функцию контроля, для проверки качества инвестиционных, организационно-технических текущих и прогнозных проектных решений. Выдерживается соотношение $R_{НП} > R_{СК} > R_{ЧП}$, характерное для анализируемого предприятия, под влиянием факторов развития предпринимательства. Достижение нормативных показателей свидетельствует об экономическом «прорыве» предприятия в повышении эффективности производства.

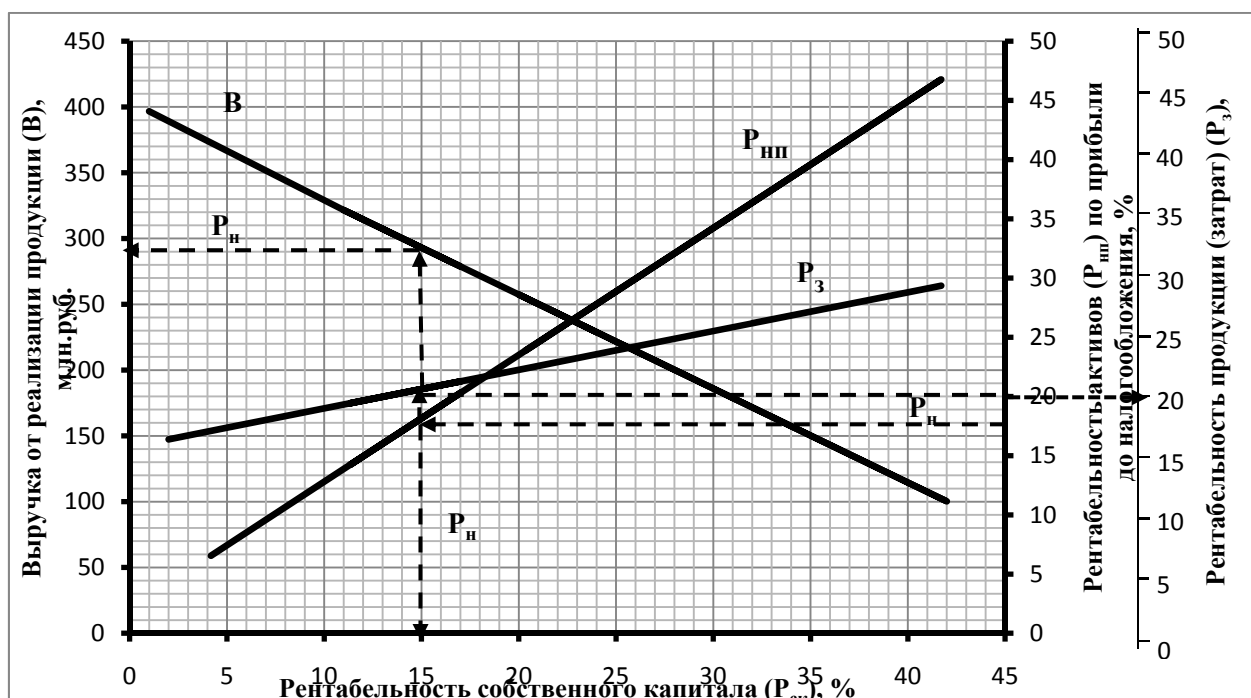


Рис. 2. Норматив собственного капитала и рентабельность операционных затрат

Генерируемые в информационной системе предприятия ПАО «А» экономические данные рентабельности активов и капитала ценны, когда используются для аналитического обоснования управленческих решений в прогнозировании направлений развития (рис. 2). Решения поддаются определенной структуризации, что позволяет упорядочить требования, предъявляемые к объему и структуре данных, циркулирующих в информационной системе в рамках реализуемой гипотезы развития. Выделены ключевые количественные характеристики – выручка от реализации продукции, рентабельность собственного капитала, активов и нормативы рентабельности, как наиболее важные индикаторы с позиции экономической характеристики прогнозирования развития предприятия.

Список литературы

1. Грачев А. В. Финансовая устойчивость предприятия: критерии и методы оценки в рыночной экономике. М. : Дело и Сервис, 2010. 400 с.
2. Шеремет А. Д., Негашев Е. В. Методика финансового анализа деятельности коммерческих организаций. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ИНФРА-М, 2012. 208 с.
3. Зотков О. М. Концептуальная модель управления развитием предприятия на основе формирования и реализации критерия финансовой устойчивости. Proceedings of the VI International Congress «Non-ferrous Metals and Minerals». Krasnoyarsk, 2014. 1310 p.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РЫНКА ПАЛЛАДИЯ**С.А. Дружинин***

Научный руководитель Е.В. Кашина
доктор экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Палладий – один из наиболее востребованных металлов платиновой группы, используемый в производстве автомобильных нейтрализаторов, катализаторах нефтяной промышленности и т. д., 95 % запасов и 90 % производства палладия сосредоточены в двух крупных месторождениях – Бушвельдском комплексе, находящемся на территории Южно-Африканской Республики, и в Норильском рудном районе, расположенном в России. В связи с возрастающими экологическими требованиями к промышленным и автомобильным выбросам во всем мире потребность в палладии увеличивается с каждым годом.

Согласно предварительным оценкам, по итогам 2018 г. предложение палладия на мировом рынке вырастет в пределах 3 %, до 9,6 млн унций, в том числе несущественно вырастет добыча – на 1 %, до 7 млн унций, объем переработки – на 7 %, до 2,6 млн унций, спрос – 10,2 млн унций. Стоимость металла с начала 2017 г. по конец первого квартала 2019 г. выросла более чем в два раза до 1 604 долл. за унцию (рисунок) [1]. В географической структуре добычи доля России как главного мирового производителя палладия вырастет на 1 п.п., до 39 %. Доля ЮАР сохранится на прежнем уровне – 37 %.

Рост спроса на палладий со стороны автомобильной промышленности и низкие объемы продаж биржевых и внебиржевых запасов приведут к увеличению дефицита металла на рынке до 1,02 млн унций по итогам 2018 г., а в 2019 г. он уже достигнет показателя 1,4 млн унций. Дефицит на рынке палладия по прогнозам «Норникеля» сохранится до 2025 г. При этом потребление палладия в автопроме к 2025 г. вырастет на 2,7 млн унций. Автомобильные катализаторы останутся ключевым источником спроса на этот металл в ближайшие 10 лет, на долю их производства приходится более 80 % общего потребления палладия.

Расход металлов платиновой группы на один автомобиль представлен в таблице [2].

Таблица

Оценка расхода металлов платиновой группы (МПГ) на один автомобиль

Показатель	Бензин	Дизель	Гибрид
Расход МПГ на 1 автомобиль, г	2–5	3–6	2–6
Соотношение Pt:Pd	1:4	8:1	1:4
Стоимость расхода МПГ на 1 автомобиль, \$	250–400	230–360	До 620

* © Дружинин С.А., 2019



Рис. Изменение стоимости палладия с 2017 г. по 1 кв. 2019 г.

Основным драйвером роста спроса по-прежнему остается автомобильная промышленность. Основными причинами этого являются:

- увеличение расхода палладия на один автомобиль в связи с ужесточением экологических требований в Европе, США и особенно в Китае (на 34 % за 2016–2025 гг.)
- общий рост выпуска количества автомобилей (на 20 % за 2016–2025 гг.);
- замещение дизельных автомобилей бензиновыми (доля дизельных автомобилей в общем производстве автомобилей в Европе может сократиться до 27 % к 2025 г. с 52 % в 2015 г.);
- рост доли гибридных автомобилей (на 14 % за 2016–2025 гг.)

В результате высокого спроса на палладий и его низкого предложения на рынке встает вопрос о поиске альтернативного источника добычи. Данным источником может стать переработка отработанных автомобильных катализаторов.

Вследствие постоянного роста цен на сырье и энергию рециклинг отработанных техногенных продуктов становится все более эффективным, поэтому в современном мировом производстве ДМ используется большое количество вторичного металлосодержащего сырья, к которому относятся автомобильные нейтрализаторы, нефтехимические катализаторы риформинга, катализаторы гидрокрекинга, катализаторы систем газоочистки, радиоэлектронный лом (РЭЛ) и т. д. Их ценность заключается в том, что они представляют собой постоянно возобновляемый источник сырья.

Необходимость переработки отходов очевидна: с одной стороны, они наносят значительный вред окружающей среде при захоронении на полигонах вследствие наличия опасных для окружающей среды составляющих, с другой – представляют собой ценный ресурс, превосходящий первичное сырье по содержанию полезных компонентов.

Переработка драгоценных металлов из лома и промышленных отходов всегда была важным источником сырья для промышленности драгоценных металлов стран ЕС. В связи с наличием богатейших месторождений палладия в Российской Федерации не уделяется должного внимания развитию данного направления производства, хотя стоимость вторичной переработки драгоценных металлов более чем оправдана из-за высокого фактического содержания их в ломе и отходах относительно первичного сырья.

Список литературы

1. Precious Metals Prices [Электронный ресурс] : LBMA. URL: <http://www.lbma.org.uk/precious-metal-prices>.
2. Основные тенденции на рынке палладия. Годовой отчет 2017 [Электронный ресурс] : Норникель. URL: <https://ar2017.nornickel.ru/metals-market/palladium>.

ДВУХУРОВНЕВАЯ СХЕМА ФИНАНСИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Т.А. Кобыжакова*

Научный руководитель А.Ю. Чудновец
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Для строительства характерна длительность производственных циклов. Возведение дома занимает от нескольких месяцев до нескольких лет – длительная процедура. В настоящее время большое развитие получают проекты именно комплексной застройки достаточно крупных территорий: 4 га и больше. При этом современные проекты включают в себя некоторые условия реализации. Например, территории под жилищную застройку выделяются после того, как застройщик профинансирует на определенные суммы дольщиков, которые пострадали от недобросовестной деятельности иного застройщика, или предлагают достроить чей-то заброшенный дом, после чего предоставляется участок для комплексной застройки.

При реализации комплексной застройки следует иметь в виду, что жилищное строительство и объекты, которые строятся в интересах инвесторов, – исполняются застройщиком, а объекты городской инфраструктуры: школы, детские сады, больницы, дороги – строятся муниципалитетами или администрациями городов (поселений).

Таким образом, в качестве финансовых инструментов для финансирования проектов с длительным циклом производства можно привлекать инструменты, имеющие долгосрочные периоды обращения, такие как облигации.

Предположим, что строительное предприятие при получении проекта на комплексную застройку значительных территорий (2–5 га и более) под весь проект может выпустить облигации, разместить их заинтересованным лицам, и полученные средства использовать в качестве инвестиций по завершению именно комплексной застройки. Возникает задача для управления финансовыми потоками – определение параметров такой двухуровневой схемы финансирования комплексной застройки территорий. При этом необходимо определить денежные потоки, которые должны сформировать резервы и осуществить погашение облигационных займов и, соответственно, обеспечить комплексную застройку.

Чтобы проанализировать эффективность двухуровневой схемы финансирования комплексной застройки территории под жилой район, рассмотрим пример инвестиционного проекта строительства одного 17-этажного жилого дома.

* © Кобыжакова Т.А., 2019

Характеристика инвестиционного проекта

Параметр	Единица измерения	Количество
Общая площадь дома	м ²	20 156,05
Жилая площадь дома	м ²	15 907,75
Затраты на строительство 1 м ²	руб.	35 000
Длительность проекта	год	8
Стоимость необходимых инвестиций	тыс. руб.	705 461,750

Для финансирования проекта застройщику рекомендовано осуществить выпуск трех серий финансовых облигаций по 236 млн руб. каждая. Погашение первой через три года, второй – через четыре года, третьей – через пять лет. Предприятие выплачивает проценты по ставке 9 % годовых ежемесячно. Рассчитав ежемесячные платежи застройщика, получили 1,77 млн руб.

Между тем в конце каждого года (2020–2022 гг.) эмитент обязан вернуть кредиторам основную сумму облигационного займа – 236 млн руб. Для обслуживания ударных выплат автором предложено использовать двухуровневую накопительно-кредитную схему, суть которой: часть средств, необходимых для выплаты, застройщик формирует путем накопления некой ежемесячной суммы на накопительном счете, оставшуюся часть берет в кредит на три года, и так по каждой ударной выплате.

Проанализировав три варианта соотношения накопительных и кредитных средств, был сделан выбор в пользу варианта II (50 % накоплено/50 % взято в кредит). Используя формулы расчета наращенного и дисконтированного аннуитетов, вычисляем два платежа: ежемесячный платеж (A_H) в рамках накопительного счета для накопления 118 млн руб. к концу третьего – пятого годов реализации проекта, а также платеж по кредитам A_K (для выплаты оставшихся 118 млн руб. для каждой серии облигаций).

$$A_{1H} = 118\,000\,000 / 41,15 = 2\,867\,557,72 \text{ руб.}$$

$$A_{2H} = 118\,000\,000 / 57,52 = 2\,051\,460,36 \text{ руб.}$$

$$A_{3H} = 118\,000\,000 / 75,42 = 1\,564\,571,73 \text{ руб.}$$

$$A_K = 118\,000\,000 / 30,11 = 3\,918\,963,8 \text{ руб.}$$

Суммировав указанные платежи, составим график платежей по накопительно и кредитованию для оценки общей нагрузки на застройщика (рис. 1).

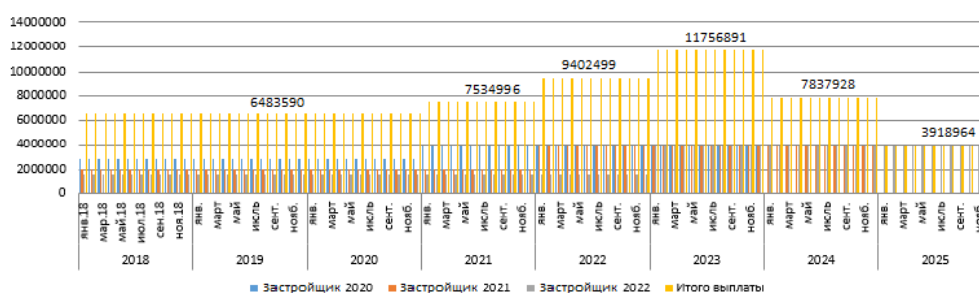


Рис. 1. График нагрузки по накопительно-кредитной системе, руб.



Рис. 2. График потоков по накопительно-кредитной схеме, I серия облигаций, руб.



Рис. 3. График потоков по накопительно-кредитной схеме, II серия облигаций, руб.



Рис. 4. График потоков по накопительно-кредитной схеме, III серия облигаций, руб.

Предлагаемая накопительно-кредитная схема позволяет осуществить финансирование проектов с длительным циклом реализации. Таким образом, исходя из примера, данная двухуровневая схема применима не только к проекту отдельно строящегося дома, но и является применимой к проекту комплексной застройки территории.

Список литературы

1. Чудновец А. Ю. Накопительно-кредитная стратегия обеспечения «ударных» платежей по обслуживанию выпуска облигаций // Экономика и управление в современных условиях: материалы международной заочной научно-практической конференции / Сост. Т. А. Кравченко; НОУ ВПО «Сибирский институт бизнеса, управления и психологии». Красноярск, 2012. С. 360–362.
2. Чудновец А. Ю., Калининкова В. В. Применение накопительно-кредитной схемы финансирования обслуживания облигационного займа // Экономика и управление в современных условиях. 2014. С. 400–405.

«ЕНИСЕЙСКАЯ СИБИРЬ» КАК ЛОКОМОТИВ ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

А.С. Лемешев*

Научный руководитель И.С. Ферова
доктор экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Енисейская Сибирь – географическая зона, где предполагается реализация масштабных инвестиционных проектов. В настоящий момент проект «Енисейской Сибири» включает в себя 32 инвестиционных проекта с общей заявленной инвестиционной стоимостью свыше 1,9 трлн руб. на период 2019–2027 гг.

Планируемые эффекты от реализации проекта до 2027 г. [3]:

- более 70 000 новых рабочих мест;
- 528 млрд руб. налоговых отчислений от реализации проекта;
- 250 % увеличение оборота субъектов МСП;
- устойчивый рост прямых иностранных инвестиций;
- устойчивый прирост населения Енисейской Сибири;
- удвоение индекса развития человеческого потенциала.

Планы грандиозны и масштабны. Теоретически после реализации проекта Красноярский край может значительно укрепиться в рейтинге самых инвестиционно-привлекательных регионов России. Однако сможет ли данный проект действительно повлиять на инвестиционную привлекательность региона?

Сегодня среди факторов инвестиционного потенциала, которые в настоящее время благоприятным образом влияют на инвестиционный климат Красноярского края, можно выделить:

- значительные запасы минерально-сырьевых ресурсов;
- наличие уникальных по объему и протяженности лесных ресурсов;
- существенные энергетические мощности.

Их совокупность обуславливает ряд возможностей для развития в регионе лесной и добывающей промышленности. А избыточные энергетические мощности (на территории края действуют две крупных ГЭС – Красноярская и Богучанская) и их расширение (в рамках проекта «Енисейская Сибирь» планируется строительство еще одной ГЭС – Нижнебогучанской) создают предпосылки для развития крупных энергоемких промышленных производств.

При этом крайне негативно на инвестиционном климате края сказывается слаборазвитая инфраструктура. Так, в некоторых северных районах края, где сосредоточены основные запасы минерально-сырьевых ресурсов, практически отсутствуют круглогодичные пути наземного сообщения [4].

Структура и качественный состав трудовых ресурсов Красноярского края в целом соответствуют среднероссийскому уровню. Однако уровень незанятых в трудовой деятельности граждан за январь – февраль 2019 г. показывает поло-

* © Лемешев А.С., 2019

жительную динамику. Так, в течение февраля 2019 г. признано безработными 3,7 тыс. человек (на 13,1 % больше, чем в феврале 2018 г.). Численность трудоустроенных безработных в феврале 2019 г. составила 1,6 тыс. человек (на 7,0 % меньше, чем в феврале 2018 г.) [1].

Также заметно увеличение потребности работодателей в работниках: численность требуемых работников, заявленная в службу занятости в январе 2019 г., составила 53,6 тыс. чел, а в феврале – 57,4 тыс. чел. В то время как официально безработными на февраль 2019 г. числятся 17,3 тыс. чел. [1]. Это может свидетельствовать о дефиците качественной рабочей силы, а рабочая сила – основной фактор для привлечения инвестиций и развития предпринимательства.

Также следует обратить внимание на коэффициент создания и ликвидации предприятий (таблица). Данные коэффициенты напрямую свидетельствуют о качестве среды для развития предпринимательства в регионе [2].

Таблица

**Коэффициенты ликвидации и создания организаций
в Красноярском крае (по данным Красноярскстата)**

Месяц	Коэффициент официальной ликвидации организаций в Красноярском крае		Коэффициент создания организаций в Красноярском крае	
	2018	2019	2018	2019
Январь	5,4	13,8	4,7	3,8
Февраль	11,5	11,6	7,1	5,1
Март	5,2		7,9	
Апрель	6,2		7,9	
Май	6,5		7,1	
Июнь	12,9		6,9	
Июль	3,1		6,5	
Август	8,6		7,3	
Сентябрь	6,7		6,6	
Октябрь	5,1		7,8	
Ноябрь	9,9		5,9	
Декабрь	22,6		5,4	

На основании статистических данных можно говорить о неблагоприятной среде для развития предпринимательства. Новых предприятий создается значительно меньше, чем ликвидируется.

Таким образом, можно заметить, что новые 70 тыс. рабочих мест, которые планируется создать в рамках «Енисейской Сибири», оказываются не востребованы. В крае нет проблемы безработицы, а, наоборот, стоит проблема нехватки кадров. Новые рабочие места лишь усугубят эту проблему.

При рассмотрении инвестиционных проектов, заявленных в рамках «Енисейской Сибири», можно заметить, что речь идет, в основном, о проектах крупных добывающих корпораций, например:

- наращивание мощностей «Норильского никеля» на севере края;
- «Алюминиевая долина» Русала (в настоящее время проект имеет статус «приостановлен»);
- международный хаб на базе аэропорта Красноярск. Данный проект не согласован, так как включает в себя строительство железной дороги от Красноярска до Емельяново силами РЖД. Договоренность об этой стройке пока не достигнута;
- добыча нефти на Пайяхских месторождениях силами АО «Таймырнефтегаз», АО «Нефтегазхолдинг». Этот проект уже с переменным успехом реализуется с 2014 г.;
- «Развитие Ангаро-Енисейского экономического района». Компании, заявленные в реализации: АО «Полус» и АФК «Система» (Segezha Group). Строительство начнется не раньше 2020–2021 гг.;
- строительство целлюлозно-бумажного комбината в Лесосибирске.

Таким образом, можно заметить, что проект направлен на расширение уже существующих крупных компаний (в основном сырьевых), что не приведет к развитию региона в инвестиционном плане. К сожалению, никакой точной информации и подробных паспортов проектов в данный момент не имеется. Поэтому сложно оценить будущий вклад в экономику края в случае реализации проектов.

В заключение хочется вспомнить подобный проект строительства Енисейского ЛХК, реализуемый в г. Лесосибирске в 2006–2016 гг. Тогда на строительство планировалось привлечь 109,6 млрд руб. Под этот проект была специально создана компания «Ангара Пейпа». Проект получил статус приоритетного и компании были выделены лесные участки общей площадью, сравнимой с площадью Словакии, по льготной ставке. В 2016 г. «Ангара Пейпа» объявила себя банкротом и была ликвидирована с долгами в размере 470,1 млн руб. Строительство ЛХК начато не было. Подобных историй можно вспомнить достаточно и при глубоком анализе показателей выявится низкая реализуемость подобных проектов, что подрывает доверие к ним и оказывает негативное влияние на инвестиционную привлекательность.

Проект «Енисейская Сибирь», хотя и направлен на улучшение инвестиционного потенциала Красноярского края, в первую очередь лоббирует интересы крупных корпораций и монополистов, не затрагивая развитие малого и среднего предпринимательства. Считаю необходимым доработать данный инвестиционный проект для предоставления возможности малым и средним предприятиям участвовать в его реализации.

Список литературы

1. Социально-экономическое положение Красноярского края в январе-феврале 2019 года. Доклад, № 1.37.2. Красноярскстат, 2019.
2. Данные Красноярскстата [Электронный ресурс]. URL: <http://krasstat.gks.ru>.
3. КИП «Енисейская Сибирь» [Электронный ресурс]. URL: <https://ensib.ru>.

4. Экономика Красноярского края: территория эффективного предпринимательства: монография / С. А. Самусенко (науч. ред.), Т. С. Зимнякова (отв. за вып.), Е. Б. Бухарова (науч. рук.) [и др.]. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. 234 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ДВУХУРОВНЕВОЙ ФИНАНСОВОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА КОМПЛЕКСНОЙ МНОГОЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

А.С. Плисова*

Научный руководитель А.Ю. Чудновец
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Инвестирование проекта комплексной многоэтажной застройки происходит благодаря выпуску облигаций. Для их обслуживания используется кредитно-накопительная схема. Часть денежных средств накапливается, часть – берется в кредит.

Выпуск облигаций

Предприятие осуществило выпуск трех серий финансовых облигаций по 900 млн руб. каждая. Погашение первой через три года, второй – через четыре года, третьей – через пять лет. Предприятие ежемесячно выплачивает проценты по всем трем выпускам по ставке 9 % годовых, что составляет 0,0075 – ежемесячная доля уплаты % по облигациям. Определяем расчетную формулу:

$$A = PV \cdot r,$$

где A – расходы по обслуживанию серии облигаций; PV – текущая стоимость серии; r – процентная ставка.

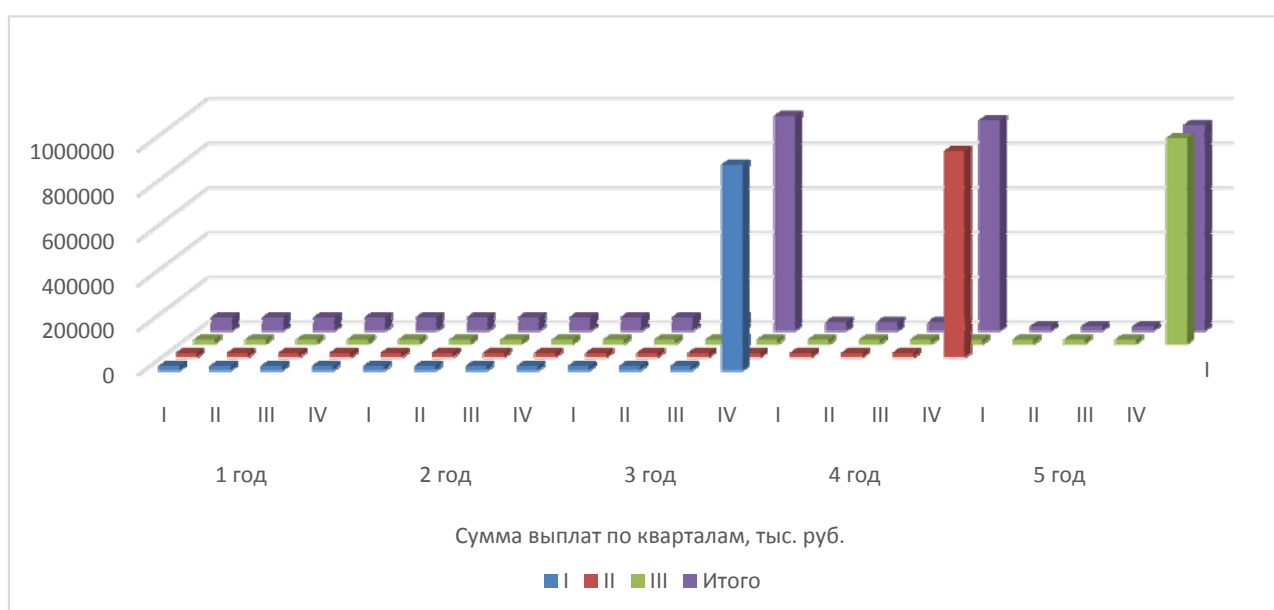


Рис. 1. График выплат процентов по облигациям

* © Плисова А.С., 2019

График выплат процентов по облигациям по кварталам, тыс. руб.

Серия облигаций		I	II	III	Итого	
Сумма выплат по кварталам, тыс. руб.	1 год	I	20 250	20 250	20 250	60 750
		II	20 250	20 250	20 250	60 750
		III	20 250	20 250	20 250	60 750
		IV	20 250	20 250	20 250	60 750
	2 год	I	20 250	20 250	20 250	60 750
		II	20 250	20 250	20 250	60 750
		III	20 250	20 250	20 250	60 750
		IV	20 250	20 250	20 250	60 750
	3 год	I	20 250	20 250	20 250	60 750
		II	20 250	20 250	20 250	60 750
		III	20 250	20 250	20 250	60 750
		IV	920 250	20 250	20 250	960 750
	4 год	I	0	20 250	20 250	40 500
		II	0	20 250	20 250	40 500
		III	0	20 250	20 250	40 500
		IV	0	920 250	20 250	940 500
	5 год	I	0	0	20 250	20 250
		II	0	0	20 250	20 250
		III	0	0	20 250	20 250
		IV	0	0	920 250	920 250

Для погашения «ударных» выплат в конце третьего, четвертого и пятого года предприятие планирует открыть три накопительных счета в банке, чтобы по каждому счету в момент выплаты было накоплено 50 % от суммы (450 млн руб.) Соответственно сроки накопления по первому счету – три года, по второму – четыре года, по третьему – пять лет. Для выплаты оставшихся 50 % предприятие планирует брать кредиты в коммерческих банках сроком на три года.

Рассчитаем параметры сделки, используя формулы для расчета наращенного и дисконтированного аннуитетов.

1. Расчет параметров по накопительному счету № 1:

$$FV_1 = 450\,000\,000 \text{ руб.}$$

$$t = 3 \text{ года, } r = 0,0075$$

A_n – ежемесячный платеж.

Определяем расчетную формулу:

$$FV_{PS}^A = A \cdot \frac{(1+r)^n - 1}{r},$$

где $r = 0,0075$, $n_1 = 3 \cdot 12 = 36$

$$FMZ(r, n) = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

$$FM3 = \frac{(1+0,0075)^{36}-1}{0,0075} = 41,15$$

$$A_{1H} = 450\,000\,000 / 41,15 = 10\,935\,601 \text{ руб.}$$

2. Расчет параметров по накопительному счету № 2:

$$FM3 = \frac{(1+0,0075)^{48}-1}{0,0075} = 57,52$$

$$A_{2H} = 450\,000\,000 / 57,52 = 7\,823\,366 \text{ руб.}$$

3. Расчет параметров по накопительному счету № 3:

$$FM3 = \frac{(1+0,0075)^{60}-1}{0,0075} = 75,42$$

$$A_{3H} = 5\,966\,587 \text{ руб.}$$

Расчет параметров по кредиту

Предприятие берет в кредит 450 000 000 руб. на три года при $r = 12\%$.

$$PV_3 = 450\,000\,000 \text{ руб.}$$

$$T = 3 \text{ года} \rightarrow n = 36$$

$$r = 12\% \rightarrow r = 0,01 \text{ (месячный процент).}$$

Определяем расчетную формулу:

$$PV_{PS}^A = A \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r}$$

$$FM4(r,n) = \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r}$$

Используя формулу, произведем расчет:

$$FM4 = \frac{1 - (1+0,01)^{-36}}{0,01} = 30,11$$

$$A_{3K} = 14\,945\,201 \text{ руб.}$$



Рис. 2. Денежные потоки по накопительно-кредитной схеме

Список литературы

1. Чудновец А. Ю. Лекционный материал по курсу «Теория экономического анализа». 2003.
2. Чудновец А. Ю. Накопительно-кредитная стратегия обеспечения «ударных» платежей по обслуживанию выпуска облигаций // Экономика и управление в современных условиях: материалы международной заочной научно-практической конференции / сост. Т. А. Кравченко ; НОУ ВПО «Сибирский институт бизнеса, управления и психологии». Красноярск, 2012. С. 360–362.

РУИННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ: СТАРЫЕ ЗАВОДЫ – БУДУЩИЕ КРЕАТИВНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

Ю.С. Сур*

Научный руководитель С.Б. Глоба
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Актуальность данной темы обусловлена тем, что сейчас началось резкое сокращение производств в крупных промышленных центрах, что приводит к неиспользованию огромных площадей. И появляется вопрос – что же можно полезного извлечь из старых помещений заводов? Цель данной работы – понять, необходимо ли делать что-то со старыми заводами, или лучше просто их снести, или не трогать вообще.

Ключевые слова: заводы, арт-объекты, культурное пространство, искусство.

Творческое переосмысление старого промышленного наследия стало одной из важнейших черт современной городской трансформации и актуальным инструментом территориального развития. Творческие кластеры не только предоставляют качественно иные офисные пространства и концентрируют представителей художественных отраслей экономики, но и позволяют заинтересовать горожан в новых услугах и товарах, полностью преобразить облик района. Ведь такие пространства могут влиять на лидерство региона, ставить его выше остальных.

Творческие индустрии с каждым годом отвоёвывают большие пространства, осваивая старые здания в промышленных частях городов. Благодаря творческой интеллигенции и бизнесу депрессивные места становятся привлекательными для горожан и туристов. Обретают своего рода второе рождение. С середины XX в. в связи с развитием автоматизации и высоких технологий началось резкое сокращение производств крупных заводов во всем мире. Своего пика этот процесс достиг в 1970-80-х гг. Следствием стало высвобождение промышленных зданий. Зачастую эти здания являются памятниками промышленной архитектуры, построены известными архитекторами, сносить их было бы неправильно. Но что же с ними делать после вывода или прекращения производства? Вопрос долгое время висел в воздухе. У истоков моды на использование освободившихся зданий как культурно-выставочных помещений стоит лондонская Тейт Модерн (Tate Modern) – галерея современного искусства, разместившаяся в здании бывшей электростанции, сейчас в ней находится множество произведений мирового искусства. Именно с этой галереи в Лондоне начался бум в переделывании заводов за рубежом. Можно найти множество примеров того, как удачно изменили облик старых заброшенных заводов, превратив их в галереи, парки аттракционов и т. д.

* © Сур Ю.С., 2019

Россия также не отстает от всего мира. В нашей стране есть уже множество объектов, построенных на месте старых заводов, не уступающих по масштабам иностранным соседям. Но что хочется отметить: в зарубежных странах из заводов делают и творческие площадки с выставками, и парки отдыха, и парки развлечения, в России же пока остановились на творческих точках с выставками или магазинами. Но, думаю, со временем и к этому наша страна придет. «Винзавод» на Курской (один из самых популярных арт-кластеров Москвы раньше) был медово-пивоваренной фабрикой, а теперь это место встречи самых творческих людей не только России, но и всего мира. Государственный центр современного искусства раньше был заводом по производству театрального освещения, теперь это крупнейший научно-просветительский проект, занимающийся современным российским искусством. На КЭФе 2019 г. был владелец дизайн-завода Flacon Н.Ю. Матушевский, который в 2005 г. выкупил у французов остановленный завод. Через многие проблемы и трудности пришлось пройти Flacon, чтобы стать одним из самых модных и популярных мест в Москве. В 2011 г. в российской версии журнала «Форбс» предприятие было включено в список 14 проектов, изменивших облик Москвы к лучшему за предшествовавшие 20 лет. У Flacon есть три отдельных проекта, помогающие людям в разных уголках страны создавать новые объекты, на счету уже 9 объектов по всей России, и это еще только начало. Кто был в Санкт-Петербурге, наверное, слышал о питерских «Этажах» – выставочном центре, в котором каждый месяц проводятся десятки событий, привлекающих в лофт порядка 5 тысяч человек в день.

В Красноярске также есть несколько арт-объектов, созданных из старых заводов. Каменка – культурное пространство на территории бывшего ДК «Сибтяжмаш». В одном месте соединились резиденции сибирских мануфактур, общественные рабочие пространства, парк и разноплановые события. И они продолжают открываться. В ноябре прошлого года открылся новый арт-объект на месте завода – лофт-проект «Краски». Как говорят организаторы проекта, это «лаборатория новых организационных практик, проект в области актуальных форм творчества, образования и гражданских активностей». Принцип работы можно сравнить с московским «Флаконом», то есть объединение людей, деятельность которых связана с креативом и дизайном, плюс события и фестивали.

В заключение хочется сказать, что на примере иностранного и российского опыта видно, что превращение заводов в новые арт-объекты приносит одни лишь плюсы в жизнь людей. Людям хочется видеть новые места, открывать для себя новые грани искусства, с помощью творческих людей, которые готовы отдавать все силы на открытие этих мест, эта задача будет достигаться. Наличие таких мест влияет также и на психологическое здоровье людей. Когда мы видим вокруг себя одни лишь заводы, работающие или пустые, нам становится как-то одиноко, наступает депрессия. Но когда из этих серых мест создается что-то красочное, красивое, полное жизни, то и людям хочется радоваться жизни. Здесь видится даже какой-то символ – раньше люди ходили туда, возможно, на нелюбимую работу (что вероятнее всего), а теперь ходят развлекаться, отдыхать и окультуриваться. И я надеюсь, что с каждым годом таких мест будет все

больше по всей России. И что наш регион займет одни из первых позиций по наличию не только магазинов, но и арт-объектов, парков на месте старых промышленных центров.

Список литературы

1. Из заводов в арт-пространства [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/09/06/2014/57041e199a794761c0cea706>.
2. Мнение экспертов об изменении заводов [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/spb_sz/25/02/2013/5592a6cc9a794719538ce924.

История и историческая информатика

ПОЛИТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ДОГОСУДАРСТВЕННОГО ЭТАПА ХРИСТИАНИЗАЦИИ РУСИ: СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

А.Н. Васильев*

Научный руководитель Э.Г. Колесник
кандидат исторических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Принятие христианства традиционно считается одним из ключевых событий в истории России. Сегодня процесс христианизации Руси оценивается как часть общеевропейского процесса сложения единой политико-культурной целостности [1, 368]. Однако этап принятия христианства, предшествовавший «официальному» крещению Руси, оценивается в настоящее время весьма неоднозначно, как и его роль в дальнейшем политическом развитии Руси. Цель данной работы – проанализировать имеющиеся в историографии оценки влияния догосударственного этапа крещения Руси на политогенез в древнерусском обществе и определить общее состояние изученности данного вопроса.

Историография темы принятия христианства на Руси, и в том числе периода до 988 г., весьма широка, однако влияние этого этапа христианизации на политическое становление Руси изучено значительно меньше, нередко получая прямо противоположные оценки. Несмотря на то, что мнение о влиятельности киевской христианской общины при Ольге и Святославе было высказано М. Д. Присёлковым уже давно [2, с. 15], значительного развития это направление в историографии не получило. В последних работах, как, к примеру, исследование О. М. Рапова, процесс христианизации до официального Крещения Руси представлен довольно интенсивно протекающим: начавшись в первой половине IX в., после похода русов на Константинополь в 860-х гг. крещение приняла большая часть населения Киева, что тем не менее не оказало существенного влияния на политогенез: силой принятия ключевых решений осталась княжеская воля, определяющая политико-религиозный курс [3, с. 74–75]. Другое направление в историографии считает христиан до времени Владимира Святославича сравнительно немногочисленной и не оказывающей существенного влияния на политику религиозной группой [4, с. 67–74], внутри которой, впрочем, встречались и довольно значимые люди – дружинники, купцы. В комплексных же исследованиях по становлению государственной власти, как труд Н. Бернед, период до официального крещения обычно не рассматривается [1, 368–370].

При этом во всех приставленных категориях источником принятия христианства служит приобщение к новой вере русов, побывавших в Византии. Хотя данный способ христианизации не вызывает сомнений, вопрос дальнейшего распространения христианства на Руси новообращёнными путешественниками остаётся малоизученным. Работа в этом направлении была про-

* © Васильев А.Н., 2019

ведена О. П. Толочко [5]. Стоит заметить, что на сегодняшний день проповедническая деятельность побывавших на Руси скандинавов-христиан у себя на родине довольно внимательно изучается как в России [6], так и в европейской науке [7].

Важной задачей для нынешнего состояния вопроса о роли христиан в политогенезе языческой Руси является установление их численности и места в обществе. В этом направлении созданы работы Е. В. Климова и П. И. Гайдено [8; 9]. В последней затронута важная тема наличия церковной организации у христиан Руси до крещения – осторожные выводы П. И. Гайдено говорят лишь о знакомстве в Киеве с церковным устройством без наличия такового, однако эта тема, безусловно, нуждается в дальнейшем изучении и является перспективной. Отдельного внимания заслуживает работа украинского учёного В. П. Коваленко, представляющая собой анализ погребений с христианской атрибутикой и обрядом трупоположения на территории Левобережья Днепра и попытку установить социальный статус захороненных в них людей [10]. Согласно выводам ученых, христианский элемент присутствовал в регионе уже со времени возникновения дружинных курганов и был представлен в основном военной верхушкой. В целом исследователи видят первых христиан Руси представителями военной элиты – класса, непосредственно связанного с политической жизнью раннесредневекового государства и могущего оказывать на неё воздействие.

Современная наука в рассмотрении вопроса политической роли первых христиан Руси, к какому бы выводу не приходил тот или иной учёный относительно их влияния, неизбежно включает в себя два взаимосвязанных вывода: во-первых, носителями новой веры были в основном верхи общества, военная элита; во-вторых, распространялось она либо через путешествия русов в христианскую Византию, либо через проповедь нового учения уже самими путешественниками у себя дома.

Сравнение христианизации Руси с соседним регионом – Скандинавией, которую к тому же связывают тесные политические и социокультурные контакты с «Гардарики», позволяет переоценить взгляды на изложенные выше выводы. В то время как в европейской науке идут споры о степени влияния миссионеров Гамбург-Бременского архиепископства и британских священников на крещение данов и норвежцев [6, с. 17–19; 11, с. 429–430], а в отношении свеев ставится проблема деятельности восточно-христианских проповедников [6; 11], вопрос о деятельности иностранных миссионеров на Руси остаётся малоисследованным: деятельность «солунских братьев» Кирилла и Мефодия на Востоке в настоящее время признана легендарной [3, с. 99–112], а западно-христианская миссия традиционно рассматривается как враждебная и захватническая [3, с. 168; 12, с. 120]. Между тем именно миссионерство могло играть важную роль в политическом становлении Древнерусского государства, будучи сопряжено с дипломатической деятельностью. Кроме того, объектами проповеди в соседней Скандинавии становились не столько верхи общества, сколько широкие слои населения раннегородских центров вроде Бирки во время миссии Святого Анс-

грария. Изучение раннего христианства среди городского населения Руси существенно помогло бы скорректировать взгляд на политическую составляющую христианизации, опирающийся на представление о военно-торговой элите как о практически единственном носителе новой веры.

Нельзя также игнорировать пока что остающееся гипотетическим византийское проповедническое присутствие на Руси: вещи византийского происхождения, в том числе христианская атрибутика, составляют уже достаточно внушительную категорию находок в археологии раннегородских поселений. В Гнёздово, Киеве и других местах найдены моливдовулы византийских чиновников и военачальников (см. обзор находок [13, с. 46–48]). Работа С. А. Иванова, раскрывающая политическую подоплёку византийского миссионерства, рассматривает известные из письменных источников сведения о ромейских священниках, посещавших языческую Русь [14]. Осмысление имеющегося археологического материала и новые находки помогут уточнить вопрос возможного присутствия христианской миссии Византии в городских центрах Руси, по-новому оценить социальный состав и возможную роль христианского населения в дальнейшем политическом становлении христианской власти во время официального Крещения Руси при Владимире Святославиче.

Таким образом, на сегодняшнем этапе наука затронула многие аспекты вопроса о роли раннего этапа христианизации Руси в политическом становлении государства: изучены пути принятия новой веры, организация и территориальное расселение первых христиан. Однако некоторые важные составляющие вопроса, такие как социальный состав и роль иностранных миссионеров, рассмотрены недостаточно, оставаясь подверженными устоявшимся историографическим штампам. Исследование этих тем представляется перспективным через привлечение нового археологического материала, переосмысление старых находок и свидетельств письменных источников.

Список литературы

1. Berend N. Christianization and the rise of Christian monarchy: Scandinavia, Central Europe and Rus' c. 900-1200. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 445 p.
2. Присёлков М. Д. Очерки по церковно-политической истории Киевской Руси X–XII вв. СПб. : Наука, 2003. 245 с.
3. Рапов О. М. Русская церковь в IX – первой трети XII вв. Принятие христианства. Издание 2-е, исправленное и дополненное. М. : Русская панорама, 1998. 416 с.
4. Фроянов И. Я. Загадка крещения Руси. М. : Алгоритм, 2007. 336 с.
5. Tolochko O. P. "Varangian-Christianity" in Tenth-century Rus'. Early Christianity on the Way from the Varangians to the Greeks. Kiev : Institute of Ukrainian History, 2011. P. 58–69.
6. Мельникова Е. А. «Путь на восток – путь к христианству»: Русь и Византия в процессах христианизации раннесредневековой Скандинавии // Диалог со временем, 2018. № 64. С. 57–73.

7. Garipzanov I. H. Early Christian Scandinavia and the Problem of Eastern Influences. Early Christianity on the Way from the Varangians to the Greeks. Kiev : Institute of Ukrainian History, 2011. P. 17–32.
8. Гайденок П. И. Несколько замечаний о состоянии христианской жизни на Руси накануне крещения // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 32. С. 88–94.
9. Климов Е. В. К вопросу о продолжительности и периодизации христианизации Древней Руси // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 16. С. 117–122.
10. Коваленко В. П. Христиане некрещёной Руси (по материалам Днепро-вского Левобережья) // Начала русского мира. 2014. № 1. С. 234–247.
11. Hagland J. R. Early Christianization in Norway and State Formation – the Problem of Possible Eastern Influences // Висы дружбы : сборник статей в честь Т. Н. Джаксон. М. : Русский Фонд Содействия Образованию и Науке, 2011. С. 429–435.
12. Пашуто В. Т. Внешняя политика Древней Руси. М. : Наука, 1968. 472 с.
13. Ениосова Н. В., Пушкина Т. А. Находки византийского происхождения из раннегородского центра Гнёздово в свете контактов между Русью и Константинополем в X в. Сугдейский сборник. Вып. VI. Судак, 2012. С. 34–85.
14. Иванов С. А. Миссия восточнохристианской церкви к славянам и кочевникам: эволюция методов. Славяне и их соседи. Вып. 10. М. : Наука, 2001. С. 17–39.

**РОЛЬ БЫВШИХ ОФИЦЕРОВ И ВОЕННЫХ ЧИНОВНИКОВ
КОЛЧАКОВСКОЙ АРМИИ В СОЗДАНИИ И СТАНОВЛЕНИИ
ЕНИСЕЙСКОГО ГУБЕРНСКОГО ВОЕННОГО КОМИССАРИАТА**

О.Н. Калинин*

Научный руководитель А.С. Ковалев
доктор исторических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Военные комиссариаты сыграли решающую роль в создании массовой, регулярной Красной Армии в годы Гражданской войны. В настоящий момент вопрос создания и становления военных комиссариатов на территории Восточной Сибири в работах исследователей освещен слабо, так как в основном в них рассматривается деятельность местных органов военного управления в европейской части страны.

Изучение процесса создания и становления военных комиссариатов на территории Енисейской губернии позволит на примере Сибири проследить особенности эволюции местных органов военного управления в рамках изменения государственной политики в области формирования вооруженных сил страны.

Статья раскрывает особенности создания Енисейского губернского военного комиссариата как составной части местных органов военного управления Советской России в период Гражданской войны. Целью исследования является выявление роли бывших офицеров и военных чиновников Колчаковской армии в формировании и становлении Енисейского губернского военного комиссариата.

После окончательного разгрома частями 5-й Армии Восточного фронта войск Колчака, произошедшего в ходе Красноярской наступательной операции и завершившегося 7 января 1920 г., на территории Енисейской губернии была восстановлена советская власть.

В связи с этим военно-политическим руководством Советской России были приняты срочные меры по созданию местных органов военного управления на территории Енисейской губернии. Губернским военным комиссаром был назначен П. Г. Ануфриев (ранее с 26 по 30 декабря 1919 г. – военный комиссар Томской губернии), который 12 января 1920 г. прибыл в Красноярск из Томска и приступил к формированию губернского военного комиссариата, а также системы военных комиссариатов на территории губернии в целом [1, с. 54].

В своей деятельности по созданию системы военных комиссариатов на территории Енисейской губернии П. Г. Ануфриев опирался на опыт, полученный им при формировании Томского губернского военного комиссариата, которое происходило в схожих условиях.

* © Калинин О.Н., 2019

В соответствии с Положением о губернском военном комиссариате (введенным в действие приказом Революционного Военного Совета Республики от 16 января 1919 г. № 106), губернский военный комиссариат являлся высшим военным учреждением в губернии, руководил и наблюдал за деятельностью уездных военных комиссариатов и подведомственных ему войсковых частей, управлений, учреждений и заведений Военного Ведомства [2, л. 53].

Организационно губернский военный комиссариат состоял из пяти основных отделов (канцелярия комиссариата, административно-мобилизационный отдел, отдел снабжения, агитационно-просветительный отдел, отдел всеобщего военного обучения), а также должностей, не включенных в состав отделов. Общая минимальная численность работников губернского военного комиссариата (без учета дополнительных формирований, учреждаемых при нем) в соответствии со штатом была установлена в количестве 2 824 человек [2, л. 64–67].

При комплектовании вакантных должностей формируемого учреждения П. Г. Ануфриев столкнулся с проблемой острого кадрового голода, требовавшей решения в кратчайшие сроки в связи с возлагаемыми на губернский военный комиссариат задачами. Она заключалась в том, что в условиях Гражданской войны в Красноярске и губернии одновременно формировались как органы советской власти, так и различные государственные учреждения и организации. Везде требовались опытные, надежные, квалифицированные руководители и сотрудники.

В то же время после разгрома войск Колчака Красноярск и его окрестности оказались наводнены военнопленными, бывшими военными чиновниками, а также офицерами и солдатами, перешедшими на сторону советской власти [3, с. 301].

В этих условиях к исполнению вакантных должностей, где требовался опыт работы в определенной сфере, вынужденно были допущены бывшие офицеры (большинство из числа попавших в плен, ранее служивших в армии Колчака) и чиновники военного времени. Например, по состоянию на 30 января в артиллерийской части отдела снабжения работали: генерал-майор В. Н. Прибылович, полковник А. В. Меч, подполковник Н. Н. Чукреев, подпоручики Н. П. Медведев, С. В. Тодорцев и А. А. Шалабанов, прапорщики В. М. Войехович и В. П. Дьяконов [4, л. 20]. Примечательно, что потомственный дворянин, уроженец Ярославской губернии В. Н. Прибылович был участником русско-японской и Первой Мировой войн, а к моменту пленения занимал высокую должность в армии Колчака – полевого инспектора артиллерии Восточного фронта.

В первые месяцы деятельности губернского военного комиссариата доля бывших офицеров и военных чиновников в общей численности его сотрудников была значительна, а наибольшее их количество работало в отделе снабжения. Так, по состоянию на 1 февраля 1920 г. из 192 человек списочного состава (без учета находившейся в стадии формирования временной оружейной мастерской) бывших офицеров было не менее 44 человек (22,9 %), а военных чи-

новников не менее 41 человека (21,6 %), из них в различных частях отдела снабжения работало 29 и 27 человек соответственно [4, л. 18–41]. Следует отметить, что среди 44 офицеров кадровых было менее половины, остальные были мобилизованы и получили звания после краткосрочных военных курсов.

При этом в силу своего служебного опыта и уровня образования они были назначены на большинство значимых должностей военного комиссариата. Например, в административно-мобилизационном отделе (на который возлагались основные задачи по организации формирования воинских частей; учета военнообязанных, лошадей, повозок и упряжи; призыву населения и поставке лошадей, повозок и упряжи в войска) бывшие офицеры и военные чиновники были назначены на должности начальника отдела, его заместителя, а также всех заведующих отделениями в административной и мобилизационной частях [5, л. 54]. В отделе снабжения (на который возлагались задачи по удовлетворению всеми видами довольствия военных комиссариатов, войсковых частей, управлений, учреждений и заведений военного ведомства, расположенных в Енисейской губернии и не входящих в состав дивизии) начальник отдела, его помощник, начальники частей (общей, военно-хозяйственной, артиллерийской, инженерной, квартирной, ветеринарной и санитарной инспекции) были назначены из числа бывших офицеров и чиновников [5, л. 54].

Во многом благодаря их целенаправленной работе в довольно короткие сроки была налажена работа самого губернского военного комиссариата, а к середине февраля 1920 г. сформированы уездные военные комиссариаты [6, л. 90–91].

Советская власть понимала ценность знаний и опыта офицеров и военных чиновников, однако относилась к бывшим колчаковцам настороженно. Так, в соответствии с указаниями начальника административного отдела 5-й Армии от 10 февраля 1920 г. № 1018/591, все они должны были пройти через особый отдел 5-й Армии, а в случае получения разрешения на службу в государственных учреждениях попадали под строгий надзор партийных органов [7, л. 37].

Фактически бывшие офицеры и военные чиновники образовали костяк военного комиссариата. Их количество в общей численности сотрудников на протяжении длительного периода не опускалось ниже 30 % и составляло: на 1 марта 1921 г. – 31 %, на 1 мая 1921 г. – 33 %, на 1 сентября 1921 г. – 42 %, на 1 декабря 1921 г. – 40 % [5, л. 69, 179, 397, 542]. При этом по состоянию на 1 марта 1921 г. из 68 бывших офицеров и военных чиновников 36 человек (53 %) проработали в губернском военном комиссариате более года [5, л. 54].

Таким образом, вклад бывших офицеров и военных чиновников Колчаковской армии был определяющим в период создания Енисейского губернского военного комиссариата, а также в период его дальнейшего становления.

Список литературы

1. Ларьков Н. С. Декабрьские события 1919 года в Томске // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 3, С. 46–56.

2. Государственный архив Красноярского края (ГАКК). Ф.Р.-252 «Енисейский губернский военный комиссариат». Оп. 1. Д. 252.

3. Гражданская война и военная интервенция в СССР: энциклопедия / под ред. С. С. Хромова. М. : Советская Энциклопедия, 1983. 704 с.

4. ГАКК. Ф.Р.-252. Оп. 1. Д. 523.

5. ГАКК. Ф.Р.-252. Оп. 1. Д. 341.

6. ГАКК. Ф.Р.-252. Оп. 1. Д. 274.

7. ГАКК. Ф.Р.-252. Оп. 1. Д. 316.

РОЖДЕНИЕ ГАЗЕТЫ «ПИОНЕРСКАЯ ПРАВДА» И ОРГАНИЗАЦИЯ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ МОЛОДЕЖИ В СССР

И.А. Келемник*

Научный руководитель Е.В. Голубева
кандидат исторических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

На протяжении всего исторического развития государство стремилось привить патриотические чувства через идеологическую составляющую, через образование, через литературу и СМИ. После Октября 1917 г. патриотизм был отвергнут марксистской идеологией. Обусловлено это было тезисом, что пролетариат не имеет отечества. Но термин патриотизм был заменен идеологией и идеей, которую популяризировала новая власть. Государством прививались понятия о равенстве, труде, активной гражданской позиции. Литература и СМИ стали одними из основных орудий идеологов советской власти. Однако государство не могло допустить свободомыслия литераторов, поэтому для стабилизации общественных отношений все сферы печати были подвергнуты централизованной цензуре. Она являлась одним из основных элементов направления общественной мысли. Советской властью была развёрнута пропагандистская кампания по идеологизации общественного сознания через инструменты и механизмы СМИ.

Газета «Пионерская правда» стала путеводителем детей и подростков в коммунистическую идеологию. Первый номер газеты вышел 6 марта 1925 г. В основании и развитии газеты принимали деятельное участие советские партийные и общественные деятели, видные писатели и поэты: Надежда Крупская, Мария Ульянова, Максим Горький, Владимир Маяковский, Аркадий Гайдар и другие. Первым редактором газеты стал Николай Бухарин [1]. Авторы «Пионерской правды» поставили перед собой задачи «воспитывать детей рабочих в духе понимания основных задач рабочего класса; развивать в детях стремление к знанию; быть массовым органом пионеров новой жизни» [2]. Газета писала о событиях в СССР и за рубежом, освещала деятельность детских организаций в других странах, рассказывала о жизни советских пионеров и школьников, прививала понятия о доблести и чести, общественном труде и многом другом. В разговорной речи её часто называли «Пионерка».

По материалам, которые публиковались в первых выпусках газеты, можно увидеть становление коммунистической идеологии молодежи. События и процессы, разворачивающиеся в СССР в 1920-х – начале 1930-х гг. требовали от ребенка совершенно не детского поведения и высокой степени сознательности. Ликвидация тяжелых последствий гражданской войны, индустриализация и коллективизация, радикальные социальные проблемы наложили отпечаток на

* © Келемник И.А., 2019

общество, и дети выступали надеждой на светлое коммунистическое завтра. В. И. Ленин хотел, чтобы молодежь самостоятельно думала над разрешением ряда важнейших проблем и искала ответы на волнующие ее вопросы. Об этом писал он в декабре 1916 г. в статье «Интернационал молодежи» [3]. Одними из материалов для учебы выступали коммунистическая литература и в том числе СМИ.

Изучив первые 10 номеров газеты «Пионерская правда» путем контент-анализа, нам удалось выяснить, что 73,02 % статей посвящены социальной сфере, то есть большая часть. В ходе анализа были выделены четыре основных проблемных блока. Из них самое большое количество представили статьи по популяризации пионерского движения, через которое шла и коммунистическая пропаганда (48,81 %).

В речи В. И. Ленина, сказанной им 2 октября 1920 г. на III Всероссийском съезде РКСМ, прослеживалась мысль о том, что молодежь должна учиться коммунизму, но это изучение не должно быть простым усвоением того, что написано о коммунизме. Надо уметь соединить все эти знания в нечто цельное, что служило бы руководством к повседневной и всесторонней работе [4]. И отражение этой мысли мы видим на страницах «Пионерской правды». Мы можем увидеть пропагандистские статьи с коммунистическими призывами, например, статья «Выборы моссоведа» [5], где говорится о необходимости участвовать в выборах всем сознательным гражданам Советского Союза. Присутствуют рассказы о патриотизме и доблести ребят пионеров («За правдой» [5] создание пионерского отряда в деревне). Стихи тоже выступают смежным жанром между развлекательным материалом и популяризацией пионерского движения. Такие стихи, как «Мишка-газетчик» [6], «Ленин день» [7] и другие, показывают, как ребята через коммунистический настрой становятся грамотными и трудолюбивыми. Стихотворения являются обязательной составляющей каждого выпуска.

Новости (8,34 %) также относились к пропаганде, поскольку они были направлены на освещение коммунистических мероприятий («Уголок пионерской смены»), праздников («Праздники марта»), собраний и съездов («9 съезд московских комсомольцев») [6].

Таким образом, мы видим, что одним из главных направлений газеты, если опираться на полученную статистику, будет являться именно популяризация пионерского движения и коммунистического уклада жизни и труда. При этом используются разные жанровые приемы, для реализации данных идей.

Следующей социальной проблемой выступает «смычка» с деревней (6,35 %). В своем письме пионерам «Посылай в деревню газеты и книги!» Н. К. Крупская освещала данный вопрос [8, с. 273]. Она наставляла ребят посылать книги в деревню, поскольку считалось, что там ребята плохо знают о пионерской деятельности и не понимают сути коммунистической идеологии. Уже в 1 номере мы видим статью «Пионерская деревня» [2], где рассказываются настоящие истории, как ребята из города проводят работу с молодежью из деревни, направляя их в пионерскую организацию.

Проблема образования занимает 9,52 % от общего числа статей. Данный вопрос поднимается в каждом номере, поскольку грамотность населения была низкая, особенно в деревне и у старшего поколения. Н. К Крупская написала письмо пионерам «Помогайте неграмотным и малограмотным» [8, с. 277], в котором по пунктам расписано, как бороться с этой проблемой. Ребятам предлагали помогать своим родственникам и обучать их грамоте, а если сами не могли этого сделать, то необходимо было найти замену. В «Пионерской правде» можно увидеть статьи, призывающие помогать не только старшим, но и неуспевающим сверстникам, например, в первом выпуске в статье «Строим новую школу» [2] рассказывалась история о ребятах, которые выбрали ответственных пионеров для помощи ребятам в учебе. Также в каждом выпуске была заметка «Что читать?», это является как добровольной образовательной программой, так и пропагандистской, поскольку литература была коммунистическая.

Следующим после социального по процентному соотношению идет политический блок – 15,8 %. Политика играла важную роль в рассматриваемый период. Данная тема представлена в виде политических новостей, которые происходили как с СССР, так и за его пределами. В каждом номере присутствует колонки, освещающие данную проблему «За красной границей», «По советской стороне», «РКП и РЛКСМ». Вовлечение молодежи с раннего возраста в политические проблемы было необходимо в сложившихся исторических обстоятельствах. Надежда на мировую революцию и светлое коммунистическое будущее могла осуществиться только при желании и понимании детей, зачем им это нужно.

Таблица

Контент-анализ первых 10 выпусков газеты «Пионерская правда»

Тема	Количество статей (среднее арифметическое от 10 выпусков)	Процент от общего числа
Политика	3,8	15,08
Социальная сфера (всего)	18,4	73,02
1) популяризация пионерского движения	12,3	48,81
2) «смычка» с деревней	1,6	6,35
3) новости	2,1	8,34
4) образование	2,4	9,52
Культура	0,2	0,79
Развлекательный материал	2,5	9,92
Реклама	0,3	1,19
Итого	25,2	100

Развлекательный материал (9,92 %) был также обязательной составляющей каждого номера. Присутствовала постоянная рубрика «Шарады и загадки», причем с возможностью присылать ответы в редакцию. А также можно увидеть

множество развлекательных рассказов, развивающих в детях трудолюбие, заботу, честь и другие качества, которыми должен обладать порядочный человек. Например, рассказ «Утка» [6] является поучительной историей о том, что не нужно так называемые слухи публиковать в газете, а всю информацию необходимо проверять.

Самый маленький процент статей занимает культура (0,2 %) и реклама (0,3 %). К культуре относятся рубрики «Куда сходить?» и «Что посмотреть?», но они встречаются не в каждом выпуске. Что касается рекламы, то рекламировалась исключительно сама газета и приглашались в нее пикоры. Никакой рекламной продукции не было.

Исходя из полученных данных можно сделать выводы о том, что главный приоритет газеты «Пионерская правда» был направлен на освещение социальных и политических проблем для советской молодежи. Уже с раннего возраста их приучали разбираться в политических процессах, решать социальные вопросы и принимать активное участие в жизни своего государства. Гораздо меньше акцентировалось внимание на развитии духовной составляющей детей. Это было обусловлено исторически сложившимися приоритетами государства.

Список литературы

1. Факты о России: Факт № 2706: 6 марта 1925 года вышел первый номер газеты «Пионерская правда» : сайт. URL: <http://rufact.org/facts/view/2706>.
2. Пионерская правда. 1925. 6 мар. № 1.
3. Ленин В. И. Полное собрание сочинений. Т. 30. М. : Политиздат, 1973. С. 266.
4. Воспоминания о Владимире Ильиче Ленине. Ч. 2. М. : Госполитиздат, 1957. С. 644–657.
5. Пионерская правда. 1925. 29 мар. № 4.
6. Пионерская правда. 1925. 12 апр. № 6.
7. Пионерская правда. 1925. 19 апр. № 7.
8. Крупская Н. К. Коммунистическое воспитание смены. М. : Молодая гвардия, 1934. С. 273.

**ОБРАЗ ГЕРМАНИИ В СМИ (НОЯБРЬ 1922 – ИЮЛЬ 1923 гг.):
НА ПРИМЕРЕ ГАЗЕТ «ПРАВДА» И «КРАСНОЯРСКИЙ РАБОЧИЙ»**

О.Г. Крецу*

Научный руководитель Л.А. Кутилова
кандидат исторических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В современных реалиях гуманитарной науки актуальным становится вопрос о репрезентации тех или иных образов в СМИ. Данный процесс связан с изменением подхода к работе с источником и появлением новых методологических ориентиров. По этой причине была выбрана тема образа Германии в СМИ на территории Красноярска в период с ноября 1922 г. по июль 1923 г.

Выбор образа именно этого государства связан с тем, что проигравшая в Первой мировой войне Германия долгое время в советской науке и культуре являлась своеобразным символом негативных последствий *империализма*. Поэтому представляет интерес то, как этот образ преподносился и на уровне отдельных регионов, и на уровне всего государства.

Целью работы является анализ образа Германии в СМИ. Для ее достижения были использованы элементы контент-анализа, наиболее применимого для работы с данной группой источников.

Источниковую базу исследования составили материалы газет «Правда» и «Красноярский рабочий», так как именно они тиражировались на территории Красноярска. Стоит заметить, что по охвату аудитории эти газеты существенно отличаются: если первая была рассчитана на читателей всего государства, то вторая крайне редко выходила за рамки городского округа и близлежащих населенных пунктов.

Критерием выделения категорий является эмоциональная окрашенность материала. Первая категория статей – *положительные* (раскрывают успехи социально-экономического развития и классовой борьбы). Вторая категория – *негативные статьи* (раскрывают перипетии политической борьбы, успехи некоммунистических движений и наступление нацизма; однако в статьях газет нацизм отождествляется также и с фашизмом). Третья категория названа нами *относительно нейтральной*, так как не включала в себя особой эмоциональной нагрузки. И последняя группа – *образ угнетенного государства*. Именно эта категория оказалась наиболее богатой на материал. Результаты подсчета можно увидеть в табл. 1 [1, 2] по материалам «Красноярского рабочего» и в табл. 2 [3, 4] по материалам «Правды».

Из общих данных можно увидеть, что на протяжении всего периода в газетах преобладали статьи, подчеркивающие угнетенное положение Германии. При этом видна разница в отношении положительных и отрицательных образов этого государства. В отличие от газеты «Правда», которая являлась всесоюз-

* © Крецу О.Г., 2019

ным СМИ, «Красноярский рабочий» преподносил более негативное изображение государства. При этом, естественно, газета не исключала факт того, что Германия стала предметом эксплуатации *империалистического мира* (стран Антанты в том числе). Однако для более детального анализа следует обратиться к разложению отдельных категорий по месяцам (рис. 1).

Таблица 1

Наименование категории	Количество статей	Всего
Положительно	4 (3,8 %)	104
Негативно	27 (26 %)	
Относительно нейтрально	21 (20,2 %)	
Образ угнетенного государства	52 (50 %)	

Таблица 2

Наименование категории	Количество статей	Всего
Положительно	14 (15,5 %)	90
Негативно	14 (15,5 %)	
Относительно нейтрально	23 (25,5 %)	
Образ угнетенного государства	39 (43,5 %)	

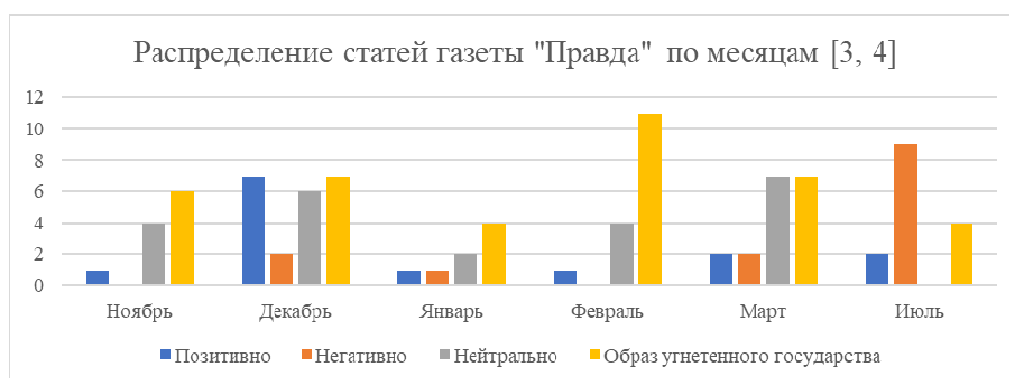


Рис. 1

Из данных диаграммы видно, что образ угнетенного государства присутствовал в каждый из месяцев (кроме апреля, мая и июня) [3, 4]. При этом максимальное значение данного показателя выпадает на период оккупации Францией Рурской области. Стремительный рост негативных статей с начала весны и до конца периода связан с распространением идеологии нацизма в Германии, с одной стороны, прихода к власти социал-демократического правительства, с другой, и ростом общего негатива к капиталистическим странам в связи с рядом дипломатических поражений советской миссии на Лозаннской конференции, с третьей стороны [4] (рис. 2).



Рис. 2

В отличие от общесоюзной, региональная газета «Красноярский рабочий» практически не включает статей позитивной группы [1, 2]. Однако, как мы можем заметить, пик использования образа Германии как предмета эксплуатации в империалистическом мире приходится почти на тот же период, что и у газеты «Правда». При этом одним из отличий является также то, что более негативная оценка дается государству в весенний период, когда во главе правительства становится социал-демократический блок. Как известно, именно социал-демократы воспринимались советской властью как главные враги коммунистического движения в Германии, что привело к отождествлению социал-демократов и фашизма и появлению термина «социал-фашизм». Конец исследуемого периода в данной газете также ознаменован ростом негативных статей. Данная тенденция, как и в предыдущем источнике, связана с ростом нацистских настроений в немецком обществе.

Таким образом, проанализировав образ Германии по СМИ, которые издавались в Красноярске в период с ноября 1922 по июль 1923 гг., можно сделать ряд выводов. Во-первых, по итогам сравнения показателей газет разного масштаба можно вывести заключение о том, что в красноярских СМИ негативный образ Германии тиражировался практически постоянно. Центральная пресса гораздо чаще писала о других странах и других проблемах. Во-вторых, сходством является совпадение пиковых показателей негативного и образа угнетенного государства, что объясняется такими внешними факторами, как смена правительства в Германии, распространение новой идеологии на территории этой страны и дипломатическое поражение Советского государства в Лозаннской конференции.

Список литературы

1. Красноярский рабочий. 1922. Ноябрь – декабрь.
2. Красноярский рабочий. 1923. Январь – июль.
3. Правда. 1922. Ноябрь – декабрь.
4. Правда. 1923. Январь – март, июль.

ИДЕИ ВНЕШНЕГО ВРАГА И РАЗГРАНИЧЕНИЯ С ЗАПАДОМ В СОВЕТСКИХ ФИЛЬМАХ О ФУТБОЛЕ

Д.О. Лукин*

Научный руководитель Е.В. Голубева
кандидат исторических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Футбол в СССР был не просто игрой, а одним из инструментов государственной идеологии. Футбол воспитывал в человеке такие качества, как коллективизм, дружба, здоровый образ жизни. Данный вид спорта был очень популярен: на стадионы ходили как на праздник. Фильмы о футболе также привлекали большое внимание зрителей. Поэтому в этих фильмах достаточно ярко звучат идеологические послы, в том числе идеи внешнего врага и противостояния с капиталистическим Западом.

Одним из таких фильмов был х/ф «Вратарь». Во «Вратаре» в первую очередь тему границы передают через текст песен, неоднократно повторяющихся, например, используется «Спортивный марш» И. Дунаевского и В. Лебедева-Кумача со словами «Эй, вратарь, готовься к бою – Часовым ты поставлен у ворот. Ты представь, что за тобою полоса пограничная идёт!» [1].

В качестве внешнего врага в фильме «Вратарь» нам предстают «Черные буйволы». В самом фильме не указывается, какую страну они представляют. Нам лишь известно, что это лучшая команда Запада. Футболисты сборной СССР побеждают «Черных буйволов», то есть представителей буржуазного Запада, показывая тем самым превосходство социалистического строя. Эти примеры демонстрируют, что тема границы стала одной из наиболее популярных в дискурсе советской культуры предвоенного времени.

Одним из примеров, где упоминается идея разграничения между Западным миром и отечеством является картина Владимира Петрова «Спортивная честь». Эту идею можно наблюдать во множестве фраз героев: «Вам предстоит встретиться с одной из сильнейших буржуазных команд – «Shorty», «Вам поручена задача защищать честь советского футбола» [2]. Соперники, с которыми предстоит играть советским футболистам, изначально показываются в плохом свете. Изображают их как диких, излишне самоуверенных личностей. Тренер относится к своим футболистам как к вещи, которую он сегодня купил, а завтра продал. «Пусть русские похвалятся своей коллективной игрой, пусть они утверждают, что каждый забитый матч является результатом общих усилий всей команды, а не одного игрока. Я думаю иначе! Каждый игрок чего-нибудь, да стоит. Вот, например, Томми Булвер. Он стоит 45 тысяч, и, мне кажется, я не зря выбросил эти деньги. Да, Томми – это хороший товар» [2] – показывают отношение к игрокам как к предмету. Это всё ставится в противовес советскому коллективизму, командному духу. Например, подтверждают это следующие

* © Лукин Д.О., 2019

фразы: «русские люди всегда умели стойко защищать свои ворота, а в нужный момент искусно атаковать вражеские», «Переломать ему ноги? Что бы это дало? В лучшем случае мы бы выбили одного игрока из игры. А что такое один игрок при их коллективной тактике? Единица, нуль. Разве вы не понимаете, что такое футбол? Это главные моральные качества, боевой дух всей команды» [2].

В фильме Виктора Садовского «Удар! Ещё удар!» в качестве наших врагов выступает немецкая команда. Выставление в негативном свете этой команды происходит через режиссёрские приёмы: они играют грубо, нарушают правила, бьют локтем исподтишка. Например, игрок немецкой команды постоянно мешает пробить нашей команде штрафной, за которыми следует череда нарушений соперников. В итоге один из наших футболистов не выдерживает такого поведения и даёт в ответ сдачи, за что получает от судьи прямую красную карточку. То есть даже судья не замечает нарушений немцев, а как только наши дали отпор, то их действия сразу пресекаются [3].

Также показаны различия в ценностях. Во время перерыва тренер нашей команды проводит тактический разбор, указывает на ошибки, а тренер немецкой команды акцентирует внимание футболистов на том, что за победу они получают денежное вознаграждение. Таким образом режиссёр хотел показать, что советские футболисты играют за честь своей страны, а немцы только за деньги.

В фильме «Одиннадцать надежд» от того же режиссёра в качестве соперников выступает иностранная команда, а именно испанская. Демонстрируется национальный обычай – коррида, где быка до смерти закалывают палками. Советского зрителя данное зрелище приводит в ужас. Нам также передают эту главную тему соперничества, разграничения СССР и Запада посредством грубой игры испанцев, которые неоднократно нарушают правила [4].

В итоге можно выделить характерный приём «свой-чужой» при создании фильма. Показывается разграничение между СССР и Западом. Ценностью для наших футболистов является честь страны, коллектив, а для капиталистического Запада интересны лишь деньги, да и к человеку там относятся как к расходному материалу, товару. Футболисты соперника всегда ведут себя не в соответствии с правилами, хитрят, грубо играют, тогда как для наших футболистов характерны черты идеального советского гражданина: патриотизм, коллективизм, социалистический гуманизм, сознание долга и ответственности, готовность к преодолению трудностей, инициативность и скромность.

Список литературы

1. Вратарь [Видеозапись] / реж. Семен Тимошенко. Л.: Ленфильм, 1936.
2. Спортивная честь [Видеозапись] / реж. Владимир Петров. М.: Мосфильм, 1951.
3. Удар! Ещё удар! [Видеозапись] / реж. Виктор Садовский. Л.: Ленфильм, 1968.
4. Одиннадцать надежд [Видеозапись] / реж. Виктор Садовский. Л.: Ленфильм, 1976.

**ВЕНЕРИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ КАК ОСНОВАНИЕ
К ОРГАНИЗАЦИИ НАДЗОРА НАД ПРОСТИТУЦИЕЙ
В XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ. НА ПРИМЕРЕ МАТЕРИАЛОВ
ЕНИСЕЙСКОЙ ГУБЕРНИИ**

Д.Н. Матвеева*

Научный руководитель Н.Л. Хаит
кандидат исторических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в исторической науке присутствует активность в изучении феномена проституции. В статье рассматривается проблема проституции как одной из форм девиации, которая прямым образом влияла на распространение венерических заболеваний в Российской империи. В условиях Сибири, которая являлась местом ссылки, женский вопрос приобрел особое значение. Целью статьи является рассмотрение проблемы распространения венерических заболеваний как основания для надзора над проституцией на примере материалов Енисейской губернии.

Исследование такого феномена как проституция требует от исследователя выработки широкой методологической основы, привлечение не только общеисторических методов, но и методов статистики, демографии, социологии, социальной антропологии. В статье используются такие источники, как делопроизводственные документы различных медицинских и полицейских ведомств, а также периодические издания XIX – начала XX вв., публицистические произведения медицинского характера.

Считалось, что проституция является главным источником распространения венерических заболеваний. Именно поэтому графом Перовским в 1843 г. была проведена реформа, после которой проституция пошла по пути ее институционализации.

В Российской империи до начала XX в. не существовало особой классификации для выделения видов венерических заболеваний, поэтому в ведомостях в этот период зачастую они все именовались сифилисом.

К условиям распространения сифилиса в Енисейской губернии можно отнести: трудность раскрытия тайной проституции, отсутствие контроля над женской прислугой, которая постоянно меняет место жительства и при этом, помимо своей основной деятельности, может заниматься проституцией, слабый надзор за мужским населением, в особенности над приисковыми рабочими.

В губернии особых учреждений, которые бы имели целью принятие мер против распространения венерических заболеваний, не было. Городовые врачи в городах и селах производили осмотры явных публичных женщин. Осмотры производились при полиции, при этом они носили поверхностный характер [1].

* © Матвеева Д.Н., 2019

Меры, которые были установлены Министерством Внутренних дел для предупреждения распространения сифилиса, носят характер административных распоряжений. Эти распоряжения в Красноярске либо были затеряны в 1860-е гг., либо сгорели во время пожара 1881 г. [2]. Поэтому все эти правила, которые с разной степенью эффективности действовали на территории Европейской России, фактически не применялись в Енисейской губернии, что только усугубляло положение.

Стоит сказать, что деятельность административных лиц по предупреждению распространения венерически заболеваний в губернии в XIX в. была крайне неэффективна. Комитеты Общественного Здравия собирались очень редко и носили скорее формальный характер: на них обсуждались некоторые вопросы и иногда выносился вердикт по принятию экстренных мер в случаях появления заразных болезней в округах или городах губернии. В остальных случаях Комитет вовсе не собирался [3].

Венерическими заболеваниями страдали различные категории населения. В округах по заявлениям врачей венерические заболевания распространяются ссыльными элементами, приисковые рабочими, особенно в поселениях, которые располагаются на пути приисков [4]. Енисейск служил узлом выхода рабочих приисков с южных и северных золотых промыслов. Он являлся главным местом «золотопромышленного разгула» рабочих [5]. Среди ссыльных на 100 мужчин приходилось всего 8 женщин [6]. Отхожий промысел создал значительный по своему количеству контингент чернорабочих, которые не имели семей. Они вынуждены были жить в грязных и тесных казармах, где отсутствовали признаки гигиены. В Енисейском округе на 22 573 мужчины приходилось всего 3 564 женщины [7], при этом женщины жили в общих казармах с мужчинами. В таких условиях начинает процветать тайная проституция.

Нередко венерические болезни встречались между старообрядцами, которые только усугубляли своё положение, так как не обращались за помощью к врачам и пытались лечиться народными средствами [8].

Красноярск был городом, который принимал постоянный огромный миграционный поток, по Транссибирской магистрали в город поступали переселенцы, новобранцы с Амура, возвращались обратно со службы солдаты, проезжали потоки приказчиков, купцов. В летнее время осуществлялось передвижение по р. Енисей [9]. Все эти люди, приезжающие в Красноярск с разными целями, заселялись в гостиницы, комнаты, а позже, когда получали расчет по выполненной работе, – отправлялись гулять в трактирные заведения. Следовательно, составляли огромную группу риска заражения венерическими заболеваниями, ведь, как известно, пивные, кабаки, трактиры – это места, где особенно распространена тайная проституция.

Венерические болезни поражали не только жителей крупных городов, но и кочевые племена Севера губернии. Так, Туруханский пристав в 1885 г. обратился к Енисейскому Губернатору буквально с мольбой о помощи инородцам Тазовского района, которые массово погибали от сифилиса [10]. Ситуация осложнялась тем, что, ведя кочевой образ жизни, при заболевании одного члена

семьи и развитии этой болезни, уже вся семья не могла продолжить жить в том же ритме, а значит, способность бороться с экстремальными климатическими условиями значительно ослабевала. Этот факт также влиял на смертность. Ситуацию частично разрешили: медикаменты в срочном порядке отправлялись из разных городов губернии – Ачинска, Красноярска, Енисейска, причем из последнего они доставлялись паромом [11].

Врачи отмечали, что своевременная изоляция больных от здоровых лиц могла бы существенно сократить риск заболевания сифилисом [12]. Проблема состояла в том, что изолирование, которое производили городские врачи, было случайным – так как ему подлежали не только явные проститутки, но и подозреваемые в тайном разврате. Более того, они ограничивались однократным медицинским освидетельствованием, который напоминал поверхностный осмотр [13].

Проблема своевременного и качественного медицинского освидетельствования проституток также состояла в отсутствии специально отведенных для этого мест. В г. Красноярске публичных женщин осматривал старший врач Красноярской городской больницы с присутствием полицейских чинов. Причём ему помогала не городская акушерка, а служащая при женском отделении фельдшер. Осмотр производился каждую неделю. Количество проституток, которые являлись на осмотры, варьировалось от 20 до 30. Вот как описывал ситуацию врач: «И так каждую пятницу эти 30 разгульных девиц вваливаются в больницу, рассаживаясь по койкам больных, со всей своей грацией, с папиросами, некоторые даже пьяные, внося в мирный покой страдающих присущий им шумный разгул. Кричат, хохочут, курят» [14]. Отмечается, что бывали и случаи драки прямо в женском отделении. Старший врач просил Губернатора о том, чтобы осмотры производились в полицейских участках, либо на специально отведенных квартирах, но его просьба была отклонена.

По причине недостаточного надзора за тайной проституцией, с одной стороны, и сильного распространения в городах и селах тайной проституции, возможность заражения венерическими заболеваниями была крайне высокой. Организация врачебной помощи и продолжительности лечения были недостаточны. Препятствием к лечению населения от венерических заболеваний являлось самолечение и несвоевременное обращение к врачу.

Таким образом, правовая регламентация проституции предусматривала введение санитарного контроля над ней. Однако врачебный контроль испытывал многие трудности, что тормозило его работу. Это значительно снижало эффективность проводимых мероприятий по предупреждению распространения венерических заболеваний. Постоянные вспышки сифилиса, смертность от него указывают на то, что нормативные суждения входили в противоречия с бытовыми практиками, это было особенностью санитарного контроля как системы и его недостатком. Если в западных городах Российской империи можно было говорить о наличии определенной гибкости существовавших врачебно-полицейских комитетов, то в Сибири, в том числе в Енисейской губернии, комитетов вовсе не существовало. Это тормозило работу городских врачей и по-

лицейских в осуществлении медицинского освидетельствования публичных женщин.

Список литературы

1. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 57. Л. 38.
2. ГАКК. Ф. 595. Оп. 8. Д. 1623. Л. 2.
3. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 57. Л. 22.
4. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 57. Л. 38.
5. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 97. Л. 78.
6. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 97. Л. 76.
7. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 97. Л. 76.
8. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 57. Л. 38.
9. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 97. Л. 80.
10. ГАКК. Ф. 803. Оп. 1. Д. 23. Л. 15.
11. ГАКК. Ф. 803. Оп. 1. Д. 23. Л. 16.
12. ГАКК. Ф. 595. Оп. 22. Д. 57. Л. 39.
13. Герценштейн Г. М. К статистике сифилиса в России // Врач. 1886. № 18. С. 407.
14. ГАКК. Ф. 803. Оп. 1. Д. 84. Л. 14.

**РОССИЙСКИЕ ЭМИГРАНТЫ ВО ФРАНЦИИ: К ВОПРОСУ
О РЕШЕНИИ «РУССКОГО ВОПРОСА»
ВО ФРАНЦУЗСКОЙ ПРЕССЕ В 1920-Е ГГ.**

А.С. Шевкунова, Е.В. Драй*

Научный руководитель Л.А. Кутилова
кандидат исторических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Российско-французские отношения имеют давние корни как в сфере дипломатического взаимодействия, так и в области культуры, быта, образования, науки и пр. События октября 1917 г. привели к появлению в ряде стран мира, в том числе во Франции, российской политической эмиграции. Российские эмигранты оказали влияние на формирование внешнеполитической позиции Франции, в первую очередь, по отношению к советской России, наполнили новыми смыслами вековые традиции русско-французского альянса. Рассмотрим на примере французской прессы конкретные обстоятельства этого процесса.

Основными источниками исследования стали материалы французской газеты и эмигрантской прессы. После Первой мировой войны отношения России и Франции были подорваны. Правительство Раймона Пуанкаре считало Россию «предательницей» после заключения сепаратного мира с Германией, к тому же буржуазная политическая верхушка Франции не хотела никаких отношений с советским государством. Об этом повествует французская газета «Le Temps»: «Франция против любого проекта в отношении развивающихся социалистических революций. Большевизм за несколько месяцев привел Россию к моральным и материальным страданиям. Народы Запада поняли великий урок, который отвратит себя от их действий» [1]. В действительности, правительство Франции поддерживало интервенцию на территории советской России, чтобы избавиться от «недуга большевизма». Подобную точку зрения разделяла и часть русской эмиграции. В газете «Последние новости» под редакторством Павла Милюкова большевики названы «князьями тьмы» и приводится в пример ряд «прелестей коммунизма»: «Диктатура меньшинства, красный террор, подавление свободы, воспреещение стачек, лишение права голосования известных категорий, не говоря уже о голоде и нужде во всем» [2].

Однако со временем ситуация во Франции меняется. Летом 1920 г. по Парижу прокатилась волна митингов и демонстраций трудящихся. Рабочие настаивали на мире с Россией, оптимизации условий труда и возобновлении торговых отношений. С этого момента на политическую арену Франции выходит левое крыло социалистов, которое разделяет точку зрения трудящихся масс и начинает выступать за признание советской России. Так, социалистический депутат М. Кашен заявил: «Большевики никогда не совершали предательства по отношению к союзникам... Подлинное предательство было совершено царским

* © Шевкунова А.С., Драй Е.В., 2019

режимом в 1916 г., когда он хотел заключить сепаратный мир и предоставить Румынию на произвол судьбы. Что касается русских долгов, то по этому поводу возможны переговоры с советской властью» [3].

Но правительство, в свою очередь, игнорировало эти идеи, что не могло не радовать эмиграцию: «Диктатура пролетариата, провозглашенная большевиками, давно превратилась, как известно, в диктатуру советской бюрократии. «Многоголовая гидра» советской бюрократии не только своей развращенностью угнетает подобно египетским фараонам, всю страну. Она доказывает неспособность справиться с задачами в области народного хозяйства. Она является тормозом для экономического восстановления страны» [4].

К 1922 г., когда пост премьер-министра занял А. Бриан, был взят новый курс на изоляцию России. Однако внутри Палаты депутатов произошел раскол: после оккупации Рура Францией началась активизация левых сил, которые склоняли правительство в сторону налаживания отношений с Россией. В русской эмиграции тоже произошел раскол, связанный с переосмыслением отношения к России, которое нашло отражение в сборнике «Смена веков». Например, А. В. Бобрищев-Пушкин писал: «Третьей революции не будет. Вот та «низкая истина», которой следует проникнуться вместо тьмы обманов, на которых отводит свою душу русская эмиграция. Пока эмиграция гадает, скоро ли погибнет Советская власть, Советская власть может рассчитать довольно точно, скоро ли погибнет эмиграция. Вырванные с корнем из родной земли растения не могут не засохнуть» [5]. С. С. Чахотин говорил о том, что «задача русского правительства – согласовать интересы и деятельность с другими странами. Задача эмигрантов – помочь в этом» [5]. «Последние новости» прокомментировали данную ситуацию так: «Это настоящее идейное разложение эмиграции. Свою защиту русской культуры они довели до «евразийства», и это перевело их в лагерь новейших насильников, стремившихся очистить мир в огне общего пожара» [6]. Таким образом, расколовшаяся эмиграция поддерживала противоположные направления в Палате депутатов и пыталась оказать влияние на каждое из них.

Например, корреспонденты газеты «Последние новости» поговорили с коммерческим агентом Франции в России графом де Шевилье, который сказал, что «Франция, которая скептически относилась к торговле с Россией, может восстановить ее...». Однако он подчеркивает, что французская торговая миссия не разделяет его мнение, утверждая, что это «... дело безнадежное. Как только в переговорах по этому поводу с большевиками дело касается точностей, то все рухнет, как карточный домик» [7]. К тому же на страницах данной газеты авторы всегда подчеркивают, что большевики не сдерживают свои обещания, поэтому не желательно возобновлять с ними торговые отношения.

Перелом в отношении «русского вопроса» наступил во время предвыборной кампании во Франции и самих выборов. В марте 1924 г. в Палате депутатов большинство получили представители левых сил. К власти пришел Левый картель во главе с Э. Эррио, который считал, что наладить отношения с советской Россией необходимо для безопасности Французского государства. Уже в сере-

дине 1920-х гг. он смог разглядеть опасность немецкого реваншизма: «Меня преследовал страх увидеть Францию, оставшуюся в одиночестве» [8].

Статьи газеты «Последние новости» предостерегали Францию о последствиях признания советской России. Позиция нового премьера, связанная с признанием России Францией, не оправдывала ожиданий некоторых групп эмигрантов. «Мы боремся против признания, потому что русская демократия – как и любая последовательная демократия – не может сходить с той точки зрения, что признание незаконной и ненародной власти, в данном случае власти над родным народом – принципиально недопустимо» [9].

Ближе к октябрю 1924 г. представители эмиграции понимают, что признания большевистской России не избежать. Они говорят о том, что для них как для «евразийцев» признание играет положительную роль, но для них как для русских это унижительный поступок [10]. Однако Милюков, например, продолжает отстаивать свою позицию непризнания, как это делает эмиграция в Англии. Он уверен, что вскоре Советская власть сама себя разрушит.

Подводя итог, следует сказать, что русская эмиграция во Франции пыталась активно влиять на политику Франции, в том числе в «русском вопросе». Проводя жесткую антисоветскую линию до 1922 г., русская эмиграция разошлась во взглядах по проблеме дипломатического признания советской России, что предопределило ее раскол. Часть эмиграции склонялась к тому, чтобы признать индивидуальный путь развития России, а значит, принять Советскую власть. Другая же часть никак не могла смириться с тем, что Европа, охваченная экономическим кризисом 1920-х гг., повернулась лицом к «нелегальной» власти России. Они пытались «открыть глаза» европейским политическим деятелям и общественности на террористическую, направленную на ограничение личных свобод граждан политику советской России. Однако экономические, политические и идейные мотивы европейских стран оказались выше интересов русской эмиграции.

Список литературы

1. Le Temps. 1920. 15 Janvier. Фр. яз.
2. Последние новости. 1920. 13 июня.
3. Последние новости. 1921. 4 февраля.
4. Последние новости. 1921. 17 февраля.
5. Смена вех. 1922. Июнь.
6. Последние новости. 1922. 17 ноября.
7. Последние новости. 1922. 13 октября.
8. Эррио Э. Из прошлого. Между двумя войнами. 1914–1936 / пер. с фр. О. В. Волкова, В. Б. Княжинского ; ред. и вступ. статья проф. А. З. Манфреда. М. : Изд-во иностр. лит., 1958. 772 с.
9. Последние новости. 1924. 5 января.
10. Последние новости. 1924. 13 июня.

**ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫСШЕГО РУКОВОДЯЩЕГО
КАДРОВОГО СОСТАВА СЕЛЬСКИХ СОВЕТОВ
НА РУБЕЖЕ 1920–1930-Х ГГ.
(НА МАТЕРИАЛАХ ПРИЕНИСЕЙСКОГО КРАЯ)**

Ю.В. Элтеко*

Научный руководитель Т.Г. Карчаева
кандидат исторических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Председатель сельсовета – одно из ключевых звеньев низовой советской системы. В большинстве сельсоветов председатель заслонял собой сам совет. Пленумы сельсовета собирались редко, из-за этого коллективная работа членов совета заменялась работой одного председателя. Сельсовет не был на деле руководящим центром деревни, он собирался лишь для заслушивания отчетов и торжественных докладов, обсуждения особо важных вопросов, но не вникал в текущие вопросы деревенской жизни. «В большинстве случаев коллективная работа отсутствует. В совете работает председатель и секретарь по сбору налогов и выполнению распоряжений волисполкомов, все вопросы, касающиеся нужд и интересов крестьянства, разрешаются непосредственно сходами, работой которых сельсовет не руководит» [1, с. 61].

Пленумы имели плохую посещаемость из-за ряда причин: неинтересная повестка дня, отсутствие определенной нагрузки у каждого члена сельсовета, отдаленность сельского центра от местожительства членов совета в укрупненных селах, отсутствие ответственности перед избирателями (не посещающие пленум члены сельсовета не отзывались из состава избирателями), нежелание или невозможность работать в сельсовете (например, бедняк мог быть единственным трудоспособным членом семьи и не мог работать в сельсовете). Таким образом, вся ответственность перед избирателями была только в виде отчета председателя во время предвыборной кампании [1, с. 65–67]. Большая часть работы также ложилась на плечи председателя. Председатель приближался к типу старого деревенского старосты. По существу, он играл роль сборщика налогов, уступая руководство хозяйством села сходу и земельным уполномоченным.

Проблема кадров председателей заключалась в том, что не хватало квалифицированных работников, которые могли вести руководящую работу на селе.

В «Решениях II Сибкрайсовещания по строительству в деревне» за 1927 г. говорится: «Как общее правило квалификация работников сельских советов чрезвычайно низка. Не мне это доказывать. Вы сами это, вероятно, испытываете в своей повседневной практической работе, вы это знаете не хуже, чем мы» [1, с. 99].

* © Элтеко Ю.В., 2019

Анализ архивных материалов показал, что кадровый состав председателей сельских советов Красноярского округа был более чем демократичен. В 1926 г. большинство из них имели очень низкий уровень образования: 1,1 % – высшее образование, 58,3 % – начальное образование, 35,7 % – самоучки и малограмотные, 4,8 % – вовсе неграмотные [2].

Недостаток в деревне запасных кадров, социально пригодных и специально подготовленных, снижал обновляемость руководящего состава местных советов. Согласно общероссийской статистике, сменяемость председателей сельсоветов в 1925 г. составляла 44,9 %, в 1927 г. – 37,6 %. При этом занимали должность председателя сельсовета в течение двух и более сроков, как правило, члены партии ВКП(б) [1, с. 98].

Подобные цифры были характерны и для Красноярского округа Сибирского края: в 1926 г. 38,5 % председателей были избраны в первый раз [2].

В среднем по РСФСР доля председателей членов или кандидатов ВКП(б) уступала беспартийным и заметно уменьшилась с 1924 по 1927 г.: с 26,2 % до 23,8 % [2, с. 97]. В Сибири партийных было еще меньше: 12,2 % председателей Красноярского округа были членами или кандидатами ВКП(б) [2].

Согласно общероссийской концепции повышения грамотности населения Советского Союза решалась проблема недостатка профессионально подготовленных кадров работников низового советского аппарата в деревне через организацию краткосрочных районных курсов по практической подготовке председателей и секретарей советов [3].

По РСФСР социальный состав председателей сельсоветов отвечал требованиям «пролетарского государства». Председателями сельсоветов избирались сельчане, почти все из которых занимались сельским хозяйством как основным видом трудовой занятости. В Красноярском округе крестьяне составляли 94,9 % на 1926 г. [2]. Для сравнения, процент крестьян в общем составе председателей сельсоветов в масштабах страны с течением времени немного уменьшился: в 1924 г. – 95,9 %, 1927 г. – 94,5 %; количество батраков за данный период наоборот увеличилось – с 2,2 % до 3 % [1, с. 93]. Данные факты можно было объяснить участвовавшими случаями перевыборов председателей сельсоветов, которые в анкетах указывали себя уже не крестьянами, а служащими, но при всем этом сохранялся курс на привлечение женщин и бедняцких слоев населения к системе советской власти на местах, соответствовавший «ленинской концепции» работы с кадрами: «В каждой губернии есть тысячи и тысячи беспартийных работников и крестьян, не приставленных еще к делу управления. Прямой долг партийных и советских работников находить таких людей, выдвигать их вперед, давать им работу, испытывать их способность, давать им развернуться и показать себя» [4]. Статистические данные по РСФСР за 1922 и 1927 г. доказывают, что количество председателей сельсоветов, отнесенных к статусу бедняков, увеличилось с 7 до 15 % [1, с. 93].

Большое внимание уделялось вовлечению женщин в управление советским государством. Предполагалось, что привлечение женщин к управлению на уровне местных советов, а также предприятий, учреждений должно было спо-

способствовать достижению равенства полов, подготовить женскую часть населения к участию в руководстве страной. Производились слеты и совещания колхозниц, сеть курсов и кружков для повышения квалификации, принимались меры по облегчению положения женщины-матери.

В Красноярском округе в 1926 г. из 353 председателей 5 были женщинами (1,4 %) [2]. В составе сельсоветов женщин было больше: на 1933 г. они составляли в среднем 21 % [6]. В целом по РСФСР был заметен рост количества женщин как председателей и членов сельсоветов: если в начальный период советской власти женщин в составе и тем более председателей совсем не было, то на 1927 г. женщины в среднем составляли 1,2 % от общего количества председателей [1, с. 98].

Таким образом, можно составить следующий образ председателя сельского совета на рубеже 1920–1930-х гг.: это мужчина, имеющий минимальное начальное образование. Он крестьянин-середняк, занимается сельским хозяйством, беспартийный, но сочувствующий партии ВКП(б). Скорее всего, он избран на эту должность не в первый раз.

Список литературы

1. Низовой советский аппарат: сельсовет и волисполком / А. Лужин, М. Резунов ; под ред. Г. С. Михайлова и А. Я. Эстрина. М. : Изд-во Коммун. Акад., 1929. 279 с.
2. ГАРФ. Ф. 1235. Оп. 103. Д. 732. Л. 72 72 об.
3. ГАКК Ф. Р-1565, Оп. 1, Д. 157, Л. 187–192.
4. Ленин В. И. КПСС о работе с кадрами. М. : Политиздат, 1988. С. 163.
5. ГАКК, Ф. Р-631, Оп. 1, Д. 314, Л. 1–31.

**Новейшие исследования
в области социально-экономических
и информационных наук**

НОВАЯ СИСТЕМА СБОРА И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ В РЕГИОНАХ РФ

Е.О. Горлова*

Научный руководитель Е.Л. Прокопьева
кандидат экономических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

С 1 января 2019 г. в силу вступила «мусорная реформа», которая предусматривает новый порядок утилизации твердых бытовых отходов. Изменится сам принцип утилизации мусора. Вводится полный контроль за движением отходов – от контейнера до полигона. И это первая реформа, которая потребует участия каждого из нас. Стратегическая задача – максимально сократить объемы мусорных захоронений и очистить страну от нелегальных свалок. Законодательный комитет, занимающийся реализацией «Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года» [1], сообщает, что на территории РФ в настоящее время находится более 30 млрд тонн твердых бытовых отходов. Перерабатывается всего около 10 %, а все остальное лишь складывается на полигонах. Территории таких свалок с каждым годом лишь увеличиваются. С 1 января текущего года переработка ТБО стала коммунальной услугой, тарифы будет регулировать государство. Теперь данная позиция выделена отдельной строкой в ежемесячных платежах, как счет за отопление или газоснабжение [2].

Актуальность данной работы заключается в том, что проблема образования отходов производства и потребления уже давно приобрела общегосударственный масштаб, и необходимы разработки возможных путей ее решения. Предметом исследования является Федеральный закон «Об отходах производства и потребления». Объект – вступившая в силу с 1 января мусорная реформа, касающаяся утилизации твердых бытовых отходов.

Данная проблема привлекает внимание общественности и Правительства Российской Федерации. Проблема образования отходов кроется в том, что российская промышленность имеет высокий уровень ресурсоемкости и большой процент образования отходов производства. Этой реформой Минприроды России [3] планирует создать централизованную систему управления отходами, в которой будет ответственной организация – региональный оператор по обращению с отходами. По итогам этой реформы планируется перейти на отдельный сбор и переработку отходов.

Однако реформа на всех стадиях её реализации столкнулась с большим количеством препятствий и проблем, которые требуют детального анализа и корректировки. Уже на стадии разработки и утверждения территориальных схем обращения с отходами не в полной мере достигается цель «мусорной» реформы – отдельный сбор отходов. Таким образом, возникшие проблемы уже

* © Горлова Е.О., 2019

привели к существенному отклонению от плана и целей «мусорной» реформы, что в дальнейшем, может стать причиной ее провала.

Целью работы является обобщение законодательства, мнений учёных и практики в области утилизации отходов, анализ выявленных проблем и определение перспектив совершенствования системы обращения с ТКО.

В ходе написания работы были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические аспекты утилизации ТКО;
- исследовать зарубежный опыт и практику регионов России в области утилизации отходов;
- выявить проблемы в правовом обеспечении и организации работы региональных операторов, и найти возможные пути решения;
- обозначить дальнейшие перспективы и направления проведения реформы.

Научная новизна данной работы заключается в обобщении авторитетных мнений, правовой базы и мировой практики в области утилизации отходов. Стоит отметить, что проблемы, возникшие в процессе осуществления мусорной реформы, являются новыми, не рассматривались ранее и не имели основательного изучения.

Работа является практически значимой, так как результаты будут полезны для изменения законодательства, механизмов работы с ТКО на уровне РФ, регионов и муниципалитетов в целях разработки экономических вопросов в области оборота отходов.

На текущий момент выделен ряд проблем, препятствующий эффективно-му проведению реформы. Во-первых, это неурегулированные организационные вопросы – заключение договоров, сроки оплаты, наличие площадок для сбора мусора, не до конца проработанный порядок вывоза мусора для частного сектора. Во-вторых, экономической проблемой является отсутствие производственной базы у региональных операторов, а также их низкие показатели финансовой устойчивости и собственного капитала. Еще одной проблемой является непрозрачность формирования тарифов – усредненный тариф для региона, для сельских жителей зачастую более высокий, чем для города, двойное начисление на жителя, искусственное завышение числа зарегистрированных жителей и т. д. [2].

В высокоразвитых промышленных странах Европы и Америки накоплен богатый опыт постепенного перехода от захоронения ТБО на свалках к использованию большей части отходов в качестве вторичного сырья и топливно-энергетических ресурсов. Еще в начале 1990-х гг. захоронение на свалках оставалось самым распространенным методом обращения с отходами. Второе место по общему количеству обезвреживаемых отходов занимало их сжигание. Большинство европейских стран отдавало предпочтение либо свалкам, либо сжиганию ТБО, и только в нескольких странах использование этих методов было сбалансировано. Однако практически повсеместно в обществе нарастало негативное отношение к сжиганию отходов как к потенциальному источнику поступления диоксинов в окружающую среду. В 1992 г. в США под давлением

общественности был принят закон об ограничении сжигания отходов во всех сферах производства.

Под влиянием экологической общественности запрещено строительство новых мусоросжигательных заводов (МСЗ) в Канаде и многих штатах США. В странах Западной Европы оно резко пошло на убыль, но Южная Азия и Восточная Европа готовы получать устаревшие западные технологии и строить МСЗ. Их производители находят новые рынки сбыта и собираются построить около 200 МСЗ в России.

Поскольку реформа принималась, как и все глобальные «донастройки» последних лет, поспешно и без должной проработки, реальный результат оказался далёк от ожидаемого. Виной всему несколько фатальных ошибок и упущений при подготовке нормативно-правовой базы. Вся подзаконная нормативно-правовая база разработана с нарушением Федерального закона № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» в части несоблюдения приоритетов государственной политики. Нигде не прописаны требования к разработке и реализации стратегии, а также конкретные меры по предотвращению образования отходов, максимальному использованию сырья и материалов и снижению класса опасности в местах их образования. В результате ставка сейчас делается на покупку дорогостоящих сортировочных заводов, последующее сжигание и захоронение так называемых «хвостов». Именно поэтому от внедрения отдельного накопления отходов субъекты РФ уклоняются, либо делают это абсолютно неэффективно, для галочки. Чтобы исправить ситуацию, нужно внести в закон № 89-ФЗ небольшую формулировку: «все разрабатываемые подзаконные нормативно-правовые акты должны содержать нормы и требования, соответствующие основным направлениям государственной политики в сфере обращения с отходами и порядку приоритетов их реализации». Вторая проблема – интересы региональных операторов противоречат целям реформирования и входят в конфликт с интересами других игроков рынка. Чтобы нивелировать проблему, надо всего лишь внести изменения в методику исчисления размера прибыли регионального оператора, поставив ее в зависимость от количества направленного на утилизацию вторсырья. Также нынешние правила коммерческого учета ТКО не соответствуют основным приоритетам государственной политики. Четвертая проблема – установленный запрет на захоронение отходов, в состав которых входят полезные компоненты, неэффективен. Причина проста – в перечне подразумеваются только незагрязненные отходы, образующиеся у юридических лиц, а твердых коммунальных отходов это не касается. С целью улучшения ситуации нужно дополнить перечень запрещенных к захоронению отходов отходами полимеров, стекла, бумаги, металла, текстиля и пищевых отходов, входящих в состав ТКО, а также внести в «Правила обращения с ТКО» требование организации отдельного сбора тех видов отходов, захоронение которых запрещается.

По данным исследования можно сделать вывод, что принятый закон абсолютно непродуманный и преждевременный. Сложности учета многих эколого-экономических факторов при разработке и утверждении территориальных схем

привели к тому, что большинство субъектов РФ не готовы приступить к их реализации и переходу на новые правила обращения с отходами производства и потребления. Прежде необходимо решить ряд важных задач, начиная от сортировки мусора и заканчивая тем, что нужно перестроить пищевую промышленность, ориентируясь на производство продуктов, а не упаковки, которая в основном и загрязняет окружающую среду. Иначе – мусор просто нужно просто перестать производить. Избавление от одной только полиэтиленовой упаковки уже будет значительным шагом к оздоровлению среды. Прекращение выпуска пластиковых бутылок станет очень правильным решением. Здесь нужны очень серьезные шаги, которых в нашей стране никто предпринимать в ближайшее время не собирается.

Список литературы

1. Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года» : сайт. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215668.
2. Об отходах производства и потребления : федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (последняя редакция) // Консультант Плюс: справочно-правовая система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109.
3. Минприроды России : сайт. URL: <http://mnr.gov.ru>.
4. Фурсин А. Ю. Мусорная реформа в действии // Твердые бытовые отходы. 2018. № 3. С. 40–41.

РЕЧЕВОЕ МАНИПУЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО СОЗДАНИЯ ОПРЕДЕЛЕННОГО ОБРАЗА РОССИИ В АНГЛИЙСКИХ СМИ

А.Е. Петрова*

Научный руководитель Е.В. Танков
кандидат филологических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

В XXI в. все большее внимание лингвистов привлекают тексты политической направленности. Общественным предназначением таких текстов является внушение адресатам необходимости «политически правильных» действий. Огромную роль в достижении данной цели играет речевое манипулирование.

Речевое манипулирование – это скрытое воздействие на участников коммуникации посредством отбора таких языковых средств, при помощи которых и достигается скрытое, неосознаваемое адресатом воздействие. К наиболее популярным средствам манипуляции можно отнести все риторические средства: метафоры, метонимии, сравнения и др., ввиду того что они обладают сильным воздействующим потенциалом. Кроме того, существуют определенные приемы манипулирования: противопоставление «свой» – «чужой», переакцентуация, опора на стереотипы, социальные нормы, авторитет и опора на количественные данные, псевдостатистику [1].

В рамках данной работы были рассмотрены и проанализированы приемы речевого манипулирования в публикациях авторитетных британских изданий, таких как *The Independent*, *The Telegraph*, и то, какую роль они играют в формировании определенного образа России за рубежом.

Для анализа были выбраны статьи, посвященные Прямой линии В. Путина, прошедшей в июне 2018 года, и Чемпионату мира по футболу, имевшему место незадолго после нее.

Обратимся к статьям газеты *The Independent*. В первой под названием «*Putin issues warnings over Ukraine ‘provocations’, US steel tariffs and prospect of third world war*», посвященной Прямой линии, автор статьи прибегает к использованию таких средств речевого манипулирования, как антитеза, оценочная лексика, сравнения, эпитеты и историзмы. Рассмотрим каждое из них более подробно. Антитеза встречается в самом начале статьи, противопоставляя предостережению Президента о третьей мировой войне его же слова об отказе вывода российских войск из Сирии. Таким образом, с самых первых строк автор статьи зарождаст в читателе сомнение: действительно ли так серьезны заявления Президента, или же это просто красивые слова? Оценочная лексика в данной статье используется при описании сообщений, отправляемых Президенту во время Прямой линии, и заставляет читателя сомневаться в открытости и неподкупности происходящего (*supposedly, used to create an illusion of plurality* [2]). Сравнения и эпитеты в данной работе были призваны сформировать у чи-

* © Петрова А.Е., 2019

тателя образ В. Путина как властного и деспотичного политика: *characteristically belligerent, a heavily managed spectacle, a Blankety Blank-style screen of governors and ministers, Russia's new feudalism, the bad boyars, the good tsar* [2]. Последние три словосочетания в свою очередь являются историзмами, отсылающими к многовековой монархической традиции России и намекающими на схожий характер сегодняшнего политического строя страны.

Совсем другой тон и посыл имеет статья данного издания под названием «*The World Cup helped Russia put on its best face – and the world smiled back*», посвященная Чемпионату мира по футболу 2018 г. Здесь также автор использует сравнения, эпитеты и антитезу, но уже с иной целью – показать читателям Россию, представшую взорам миллионов болельщиков: *the Russia we found was hospitable, organized, modern, bending over backwards to help us – and ready to party; I found ordinary Russians, particularly women, to be invariably kind and warm*[3]. С той же целью автор прибегает к помощи однородных сказуемых: *locals sang, danced and took selfies with armies of fans from Panama, South Korea and beyond; the locals poured onto the streets, chanted, and packed the fan zone in scenes of exuberant patriotism* [3]. Таким образом, автор статьи рисует образ россиян как радужных хозяев, которые готовы всегда прийти на помощь иностранным гостям. Однако в конце статьи репортер все-таки сгущает краски, прибегая к антитезе, и говоря о том, что в другое время года здесь все еще идет снег, ничто не сможет скрыть серьезные политические проблемы и т.д. «*Yet for the glorious summer of 2018, Russia put on its best World Cup face – and the world smiled back.*[3]» – заключает автор.

Следующим изданием для рассмотрения является The Telegraph. В статье «*Vladimir Putin talks Third World War and Russia's first World Cup in four-hour long TV call-in show*» мы встречаем уже немного иные средства речевой манипуляции. Так, для описания речевого поведения Президента во время Прямой линии репортер использует специфическую лексику: *has accused, has warned, called for, ignored, insisted, demanded, was briefly at a loss for words, switched back into attack mode* [4]. Данные слова и словосочетания носят выраженный негативный характер, что создает образ деспотичного и властного президента.

В данной работе также встречается такой прием, как переакцентуация. При описании ответов на некоторые вопросы автор вставляет в текст работы факты, мало относящиеся к самим ответам, и направленные скорее на то, чтобы сформировать у читателя определенное мнение. Цитируя слова В. Путина о выходе США из паритета по противовоздушной обороне, он упоминает о новом российском оружии, о существовании которого говорилось ещё в марте. Однако это не относится напрямую к тематике статьи, а потому может быть направлено на то, чтобы переключить внимание читателя на военную мощь России.

Иной тон имеет статья того же издания «*Russia continues to surprise as street parties and rich history combine for an intoxicating fan experience*». От других статей на эту тему ее качественно отличает использование большого количества красочных и емких эпитетов (*a forgotten sidetrack of soulless luxury shops, exhilarating days, the first dazzling blaze of dawn* [5]) и метафор (*the full kaleidoscope*

of tournament madness, the edge of the universe, the 'Road of Bones' [5]). Причем большинство из них используется для описания российской действительности, которую открыл для себя автор. Еще одной особенностью данной работы является обращение к истории нашей страны, что, как правило, не характерно для такого рода статей. «Nothing quite steels you for the scale of The Motherland Calls, the colossal central statue of a woman raising her sword in defiance of the enemy, or of what it signifies» – пишет автор [5].

Однако, как и в статье *The Independent*, репортер данного издания в конце своей работы прибегает к использованию антитезы. Автор начинает последний абзац статьи со следующего риторического вопроса, который сразу же перечеркивает все положительное, написанное ранее: Will this unprecedented global showcase furnish Vladimir Putin with the soft power he craves? [5] После этих и последующих слов ЧМ становится «постановочной сценой», поставленной, по словам автора, самим Президентом для очищения образа страны в глазах всего остального мира.

Рассмотренные примеры речевого манипулирования в материалах британских СМИ позволяют нам сделать определенные выводы об образе России, который рисует западная пресса. Используя историзмы, авторы статей пытаются поддерживать в сознании читателей мысль о монархическом устройстве нашей страны и, как следствие, деспотичной власти. Кроме историзмов в данных работах о нашей стране используются эпитеты, сравнения и антитезы. Также нередко можно встретить оценочную лексику, подводящую читателя к выводам, необходимым автору статьи, вне зависимости от их правильности. С помощью такого приема, как переакцентуация, репортеры чаще всего переводят внимание читателя на темы, далекие от заявленных в названии, например, на военную мощь России, которая по их мнению, может стать угрозой для независимости других стран. Малое же количество метафор в работах, посвященных нашей стране, не позволяет читателю в некоторых моментах сформировать собственное мнение о происходящих событиях.

Однако после прошедшего в июне 2018 г. ЧМ по футболу можно предположить, что ситуация начала меняться в лучшую сторону. В репортажах журналистов стали появляться средства выразительности, описывающие происходящее совсем с другой стороны. Даже сам тон повествования стал более дружеским и располагающим читателя к описываемым событиям. Однако репортеры все-таки не дают читателю забыть о некоторых негативных моментах, связанных с нашей страной, и напоминают об этом в конце статьи с помощью антитезы. Несмотря на это, положительный посыл в материал британских СМИ по отношению к России уже сам по себе является важным явлением, безусловно заслуживающим внимания.

Список литературы

1. Ветюгова Л. А. Речевая манипуляция как форма воздействия // Университетские чтения – 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://pglu.ru/upload/iblock.pdf> (дата обращения: 26.02.19).

2. Putin issues warnings over Ukraine ‘provocations’, US steel tariffs and prospect of third world war // The Independent. 2018. 7 June. URL: <https://www.independent.co.uk/news/world/europe.html> (дата обращения: 03.03.19).

3. The World Cup helped Russia put on its best face – and the world smiled back // The Independent. 2018. 14 July. URL: <https://www.independent.co.uk/sport/football/world-cup.html> (дата обращения: 12.03.19).

4. Vladimir Putin talks Third World War and Russia's first World Cup in four-hour long TV call-in show // The Telegraph. 2018. 7 June. URL: <https://www.telegraph.co.uk/news/2018/06/07> (дата обращения: 16.03.19).

5. Russia continues to surprise as street parties and rich history combine for an intoxicating fan experience // The Telegraph. 23 June 2018. URL: <https://www.telegraph.co.uk/world-cup/2018/06/23> (дата обращения: 31.03.19).

КАТЕГОРИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

И.Н. Шумский*

Научный руководитель Е.Н. Скуратенко
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Актуальность выбранной темы заключается в том, что процесс категорирования является долгим и сложным процессом, который необходимо контролировать на каждом этапе. Неидеальность системы категорирования и множество вариантов категорирования введут в заблуждение даже профессионала. Формальное отношение исполнителей и специалистов приводит к тому, что категорирование несет в себе условную пользу и не влияет на качество безопасности инфраструктуры.

Новый закон № 187-ФЗ от 26.07.2017 «О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации» предназначен для регулирования отношений в области обеспечения безопасности объектов информационной инфраструктуры РФ, функционирование которых критически важно для экономики и безопасности государства. Такие объекты в законе называются объектами критической информационной инфраструктуры (далее – объекты КИИ). Согласно Закону к объектам КИИ могут быть отнесены информационные системы и сети, а также автоматизированные системы управления, функционирующие в сферах здравоохранения, науки, транспорта, связи, энергетики, банковской и иных сферах финансового рынка, топливно-энергетического комплекса, атомной энергии, оборонной и ракетно-космической промышленности, горнодобывающей, металлургической и химической промышленности.

Объекты КИИ, а также сети электросвязи, используемые для организации взаимодействия между ними, составляют понятие критической информационной инфраструктуры.

Категорирование объекта критической информационной инфраструктуры представляет собой установление соответствия объекта критической информационной инфраструктуры критериям значимости и показателям их значений, присвоение ему одной из категорий значимости, проверку сведений о результатах ее присвоения.

К субъектам КИИ относятся владельцы объектов КИИ и организации, которые обеспечивают их взаимодействие. Субъектами КИИ, на которые распространяются требования закона, являются государственные и коммерческие учреждения, работающие в сферах, составляющих основу функционирования государства.

В соответствии с требованиями закона предприятия и организации должны провести категорирование своих объектов КИИ и уведомить о результатах

* © Шумский И.Н., 2019

ФСТЭК России. Первоначально рекомендуемый срок исполнения закона – январь 2019 г. Однако в настоящее время многие организации либо еще не начали категорирование своих объектов, либо находятся в самом начале пути. При этом у ряда компаний и предприятий нет понимания не только того, как проводить категорирование, но и подпадают ли они вообще под действие данного федерального закона.

Самый первый вопрос, на который необходимо ответить: является ли ваша организация субъектом КИИ. Для этого регулятор (ФСТЭК России) рекомендует осуществить поиск тринадцати видов деятельности, подлежащих категорированию согласно закону. Данные виды деятельности отражаются в уставах, ОКВЭД и лицензиях организации. Если ваше предприятие соответствует данному критерию, необходимо приступить к категорированию объектов.

Почему к категорированию не стоит относиться как к очередной формальности? Без категорирования объектов КИИ невозможно определить необходимые технические и организационные меры защиты. Именно от результатов категорирования зависят дальнейшие объемы работ в области информационной безопасности (далее – ИБ).

В случае расследований инцидентов ИБ возможна ситуация, когда привлекаемые органы установят нарушения в защите объектов КИИ по причине отсутствия категорирования или его занижения. Это может повлечь за собой уголовную ответственность в соответствии с УК РФ (ст. 274.1).

Кроме того, установлена административная ответственность за некорректное категорирование объектов КИИ и нарушение установленных сроков.

Есть множество примеров, когда заказчик просит не только провести категорирование, но и в целом «привести все объекты КИИ в соответствие с 187-ФЗ». Рекомендуются осуществлять категорирование самостоятельно, а если и привлекать сторонних исполнителей, то только для консультации по частным вопросам.

Основа категорирования – оценка последствий от нарушений функционирования критических процессов и соответствующих объектов КИИ. Интеграторы и консультанты априори не могут знать все детали и нюансы вашей деятельности, все возможные последствия и их взаимосвязи.

Для того чтобы подрядчик смог качественно провести категорирование, ему необходимо полностью изучить все бизнес-процессы организации, ее инфраструктуру, показатели деятельности (договоры, финансовую отчетность, иную статистику). Очевидно, что в данном случае проект займет не один месяц, а стоимость работ может оцениваться в миллионы рублей, если речь идет о крупных предприятиях или группах компаний.

Проведение категорирования своими силами – это еще один повод детально разобраться в бизнес-процессах организации, оценить все риски и ответить на главный вопрос: к каким последствиям может привести недостаточное соблюдение организационных и технических мер защиты информации.

Дальнейшие шаги будут различаться в зависимости от того, есть ли у организации значимые объекты КИИ по результатам категорирования.

Если значимых объектов нет, то дополнительные требования по защите объектов КИИ, определяемые ФСТЭК России, не требуются. Но это не значит, что защищать ничего не нужно – вполне вероятно, что после оценки возможного ущерба при инцидентах организация сама пересмотрит важность безопасности своих ресурсов и будет заинтересована в реализации дополнительных мер защиты.

Если у организации есть значимые объекты КИИ, то ей потребуется реализовать систему безопасности для защиты данных объектов в соответствии с нормативными документами ФСТЭК России. Важно разработать систему безопасности, реально обеспечивающую защиту предприятия.

С учетом высокой загрузки отделов и департаментов по ИБ и нехватки профильных специалистов в самих организациях данные работы обычно реализуют формально, не отдавая отчет, насколько в дальнейшем это может привести к потере информационной безопасности предприятия. Организации сами загоняют себя в угол и из-за банальных неточностей в постановке задачи получают результаты, которые не смогут обеспечить высокое качество информационной безопасности.

Список литературы

1. О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации : федеральный закон от 26.07.2017 № 187-ФЗ.
2. Об утверждении Правил категорирования объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации, а также перечня показателей критериев значимости объектов критической информационной инфраструктуры Российской Федерации и их значений : постановление Правительства Российской Федерации от 08.02.2018 № 127.

Прикладная лингвистика

ON THE ISSUE OF PRIVACY ON THE INTERNET**A.A. Bikeev***

Scientific supervisor A.A. Romanovskaya

Siberian Federal University

Rapid development of digital technologies increases their role in our everyday life. Nowadays it's hard to imagine one's life without such conveniences as having a smartphone or some other device with Internet connection. As one of the main activities in the Internet is communication, it also retains its main components and characteristics. Evidently, one of them is privacy also has a great influence on it. So, to understand its role in the digital age we should define it firstly. However considering the fact that the Internet forced some vast changes on the communication itself it has also changed the meaning of that word accordingly. It can be defined as an idea that consists of two concepts that are close to anonymity and protection of data. If to compare conventional means of communication and communication on the Internet the closest term to privacy might be confidentiality, even though it also can only be viewed as a single aspect of it. Privacy involves preserving the identity of the user, preventing disclosure of private or sensitive information and control over published data.

It might be asked, why is it so problematic and important nowadays? To answer this question, I'd say that privacy always had its significance, but it was disregarded as most of the people think that it's irrelevant to them. Their main argument is that there is nothing to hide, even though it's false. According to Glenn Greenwald, lawyer and one of the experts in the question of privacy, there is a simple way of proving it. On his lectures he offered to people with a mindset, that they have nothing to hide, to provide him with a list of personal accounts with the passwords to allow him to look through these pages and publish things he finds the most interesting. Yet not a single person has accepted his offer. Another argument against "nothing to hide = nothing to fear" is an idea from Edward Snowden that stated: "Arguing that you don't care about the right to privacy because you have nothing to hide is no different than saying you don't care about free speech because you have nothing to say." That proves that the problem of privacy invasions is relevant to every single user of the Internet. Therefore it's necessary to be conscious of your privacy to protect yourself both against surveillance and data mining.

The next question that might be asked is: what caused an increased interest towards it in the recent time? To answer this question it might be necessary to refer to some relatively recent events. The increasing awareness of privacy comes from people's understanding of its value, relevance and that they can also become victims of some unfortunate incidents. One of the most famous cases is the case of Facebook data breach that exposed personal data of 87 million users which was used as a propaganda tool in order to influence US presidential elections. The main thing is that most of the data was obtained without the permission of the users. The collection was

* © Bikeev A.A., 2019

performed via a personality test app using only 270 thousands of Facebook users that provided access to their profiles and user history, while the rest was obtained through correlation with other users. To give further example I'd refer to services that operate either on the income from the advertisers or by the application of personal data. One can find lots of examples, considering that some world renowned companies as Google collect huge amounts of data that varies from information provided in a public profile to microphone and camera input. Therefore one should carefully consider whether to entrust personal data to a particular service.

There is a recent tendency of exposing those threats to public increasing its awareness about the problem. Also I'd like to give an example of what data security issues can lead to. In January of 2019 "Collection 1" was made public.

That collection consists of more than 720 million emails and 22 millions of unique passwords. According to the available data, it's only one of 5 collections. Estimated amount of account exposed is 2.2 billion. A lot of users, who were the victims of that breach, were subject to phishing attacks. It was made possible due to security issues of popular Internet resources. Considering that the only things that were exposed are pairs of logins and passwords and not the actual data of the users, as many of them might be outdated thus preventing the personal data from being endangered, it could be far worse. That proves once more the importance of privacy.

After stating the problem and considering the situation of data security, that is the most controversial aspect of the theme, it would also be beneficial to pay attention to other sides of it. Therefore I'd also like to touch the topic of influence of privacy on communication in the Internet. To do this, I'd like to compare how privacy is treated in different types of Internet resources that are being commonly used for communication. To structurize the information it'd be better to characterize them separately according to their anonymity level.

Firstly, it is necessary to analyze the situation in most popular social networks such as Facebook. Evidently, they have the lowest level of privacy as users are required to fill multiple fields with their personal information in order to register there. It should be noted that the amount of personal data is not restricted by those registration fields, as over the time additional data would be requested, for example a registration of a mobile phone number for security measures that cannot be rejected. Additionally, users are constantly encouraged to provide more and more of their personal data. Also as an example we can take a system that existed earlier in a Russian social network called VK. It can be described as a progress bar that depicted the amount of rank points and in order to increase the amount a user had to provide his personal data or pay for it. Even though the purpose of that is self-explanatory, lots of people participated in it and used their money to gain those points. Today such systems still persist, but they were changed over the time. What are they doing with all that data? The most obvious answer would be to learn the preferences of the user base and adjust their services accordingly, but there is the other side of this. Even though one of their sources of the income is providing paid services, the majority of it comes from the advertisers that use collected data to create personalized advertisements. That's why they put lots of effort to become appealing to the advertisers even though it can

be harmful for its users. For example, according to the opinion of the advertisers, content can be censored and whole communities can be closed without an apparent reason for it. Even though it's might be unrelated to the personal communication, it still has a strong influences on the communities inside a particular social network as it either leads to the implementation of strict moderation or to their outright deletion. That's why a lot people are unsatisfied with the current situation as the censorship and surveillance can become obstacles in the way communication between people. Another thing that contributes to the tension is that even more security issues in different services are discovered. Therefore nowadays lots of users want to delete their social network accounts as they become more conscious about their personal data and they dislike the current situation with the increasing amount of censorship as any of their submissions can be easily removed without any clear explanation if the administration of the particular resource feels is not agreeing with it. The only thing that usually prevents them from deleting their accounts is that they have to rely on it as their way of both personal and business communication. Additionally, considering the amount of personal data people usually provide, sometimes their public profiles that can be used as their business card or a way of personal identification. For instance some companies either use social networks for the communication and their business processes or for the selection of suitable candidates for their vacancies as they perform a research on their activity to determine whether they are willing to hire them. It is best to say that if you still want to rely on the social network you have to carefully consider your own behavior there and even as it's almost impossible to remain completely anonymous there, you still can retain a certain degree of privacy if you reduce the amount of the data you provide.

Secondly, there is also a group of Internet resources that have a medium level of privacy. This group is so broad that it's almost impossible to give a fitting characterization for every single one of them, but nevertheless one can distinguish a few traits that are usually inherent for them. One of them that in most cases their users may have access to their functions without a mandatory registration and they have to provide less data overall. Even though some of those sites also partake in data mining and are using that for the advertising, their possibilities are limited as they have access to the limited amount of users' data. Nevertheless they are still susceptible to security breaches, therefore they cannot be considered entirely safe. In terms of communication it's worth noting, that compared with social network they can be considered as specialized resources when the communication is usually conducted on a particular theme that usually corresponds to that of a particular resource. Therefore the censorship and other obstacles in the communication process are usually not as frequent as in case of social networks, but it still heavily depends on the owner of it. Overall, this group is a vast majority of the Internet sites that can be seen practically everywhere.

And finally, there are some Internet resources that intend either a complete anonymity of it users or a state close to it. Especially interesting are some particular ones that even encourage the anonymous state of their users. One of cases is a type of Internet resource that is commonly referred as imageboards. Judging by its name, one

can say that the main idea behind them is providing its users a communication opportunity, where the majority of it is being made via short posts usually followed by a picture representing it. Its uniqueness comes from the fact that their community is almost entirely self-regulating and it allows them to discuss freely anything only limited by the laws of the country where the resource is situated. That has led to the creation of their own culture that puts privacy and anonymity above everything else. Some of the communities even are trying to enforce the absence of any kind of usernames, but they are still able to recognize each other. Despite the fact that the users can still be identified via technical means, those recourses can still be considered as ones of the most privacy oriented, what is being appreciated by their users and preferred over social networks, even though those resources lack some of the functions that are being commonly used in the social networks.

After describing the problem itself and explaining the significance of privacy, it might also be necessary to point out the most common offenders of the privacy and the ways of user tracking. The most common way of tracking is monitoring the activity of a particular user. As the most effective method of hackers is not gaining direct access to their target, but rather social engineering, the resources are using their built-in mechanism of activity recording and data collecting. Besides that, some of the applications, not necessary malware, can be considered privacy offenders, as they usually require a broad spectrum of permissions, allowing them to freely collect data, and state that they may freely use any provided data. Other than that, there are technical ways of tracking i.e. cookies, IP-address, browser fingerprinting, computer information etc.

Despite everything said earlier there is no need to be paranoid about that. Even though privacy violation can be considered dangerous, the chances that it inflicts damage on a definite person are relatively low. Therefore everyone should determine their threat model, i.e. consider their current situation, possible threats and damage they might inflict to maintain their level of privacy and security accordingly. For the most of the people it might be enough to just avoid untrustworthy resources and be conscious about their activities. It's also generally recommended to choose Free and Open-Source Software over proprietary software, as the fact that everyone can view and modify the source code contributes to its safety and reliability. There are also numerous privacy oriented browsers and plugins that may help against some ways of tracking. For the people, who require additional measures it might be necessary to use privacy oriented operational systems (e.g. Tails) or to encrypt their data and Internet connection.

To conclude, it might be necessary to point out, that despite the increasing importance of both privacy and consciousness of people, it's important not to take it to the extreme. As the privacy has its own cost and without an apparent danger for yourself it might only ruin your experience in both Internet and everyday life.

The reason for it is that most of the privacy measures require people either to find alternatives to the things they are accustomed to or the tools they might use to achieve privacy might also reduce the available amount of services and their features, as some of them just block possible privacy offenders thus preventing the functioning

of legitimate resources. Summing up, even though a complete privacy might be impossible, people should still strive for it, but it should never turn into paranoia.

References

1. Glenn Greenwald. Why privacy matters // TED https://www.ted.com/talks/glenn_greenwald_why_privacy_matters.
2. Cadwalladr and Graham-Harrison. Revealed: 50 million Facebook profiles harvested for Cambridge Analytica in major data breach // The Guardian 17.03.2018 <https://www.theguardian.com/news/2018/mar/17/cambridge-analytica-facebook-influence-us-election>.
3. Davey Winder. Collection 1: More Than 770M People Pwned In Biggest Stolen Data Dump Yet // Forbes 17.01.2019 <https://www.forbes.com/sites/daveywinder/2019/01/17/collection-1-more-than-770m-people-pwned-in-biggest-stolen-data-dump-yet/?ss=cybersecurity#56506ce8509f>.

ОБЗОР САМЫХ ПОПУЛЯРНЫХ САЙТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

И.К. Домашенко, Г.А. Панкратов*

Научный руководитель Т.М. Лабушева
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В наше время трудно обойтись владением лишь одним родным языком. Это обуславливается требованиями для работы, учёбы и простой коммуникации с другими людьми.

Раньше обучение заключалось в осваивании большого количества печатного материала, что представляло большую трудность для многих людей, ввиду, например, сложного изложения. На данный же момент существует большое множество ресурсов, предназначенных для изучения иностранных языков. Большинство ресурсов выполнены так, чтобы преподнести пользователю материал для изучения небольшими порциями и так, чтобы тому было интересно изучать иностранный язык.

Способы подачи материала и изучения могут сильно отличаться, ведь каждому человеку требуется собственный метод, подходящий именно для него. Если рассматривать самую популярную группу веб-сайтов, предназначенных для изучения иностранного языка, то можно выделить несколько способов обучения: обучение в игровой форме – «Lingualeo»; изучение видео- и аудиоматериалов – «FlentU»; общение с носителями языка и профессионалами с помощью текстовых и видеочатов – «Conversation Exchange»; сборники статей и литературы для людей, желающих самостоятельно обучиться языку – «Reddit» или «Fluentin3months»; совокупность обозначенных способов обучения.

Возможный функционал при выборе ресурса для обучения может быть следующим. После прохождения регистрации, система попытается определить ваш уровень знания языка, предоставив тестовые задания или же предложит самим оценить свой уровень. После этого наконец дадут заняться выполнением заданий. Сами задания могут быть различного вида и сложности – от простых тестовых вопросов до перевода фрагментов книг, видео и аудио. Одной из особенностей некоторых сайтов, например «Lang-8», является взаимодействие с носителями языка. Вы можете составить текст на английском и разместить на этом ресурсе, живые люди укажут на ошибки и предложат внести правки [1].

В 2016 г. компания «Нетология-групп» провела исследование онлайн-части рынка языкового обучения для его прогнозирования. На тот момент изучающие иностранные языки с использованием онлайн-инструментов респонденты рассказали о форме своих занятий, из чего была составлена статистика. По результатам исследования было выявлено, что около 60 % людей пользуются лишь онлайн-занятиями, а оставшиеся посещают занятия с репетиторами [2].

* © Домашенко И.К., Панкратов Г.А., 2019

При этом считается, что онлайн-занятия без практики не имеют должного эффекта и направлены больше на изучение грамматики и пополнение словарного запаса.

Если нужно расширить свой словарный запас и улучшить навыки восприятия английской речи, но при этом не тратить много времени, то следует обратиться своё внимание на сайт «Lingualeo» [3]. Первое, что мы увидим при входе на сайт, будет окно регистрации для создания личного профиля, в котором будет сохраняться прогресс выполненных заданий и багаж изученных слов.

Когда же мы станем зарегистрированными пользователями, то получим доступ к различным заданиям, сгруппированным по категориям. Данный сайт выстроен по игровой методике: мы получаем львёнка, которого необходимо «кормить», а делать это можно, проходя занятия. Часть практики выполнена в виде игр на запоминание, составление слов и аудирование. Но сайт наполнен также и развлекательным контентом, вроде аудио- и видеоматериалов, которые сопровождаются текстом, облегчающим понимание. Пользователю также доступна статистика и анализ всех его действий.

Но не каждый готов найти время и приложить много усилий для того чтобы изучать довольно много теории на различных сайтах. В таком случае стоит обратить внимание на ресурс «Conversation Exchange». Простыми словами – это языковой обмен. Считается, что изучать язык эффективнее именно в социальной среде, если он вам нужен как раз для общения. Реализуется это следующим образом: необходимо найти себе партнёра на сайте, это может быть человек, говорящий на интересующем языке, и начать общение через чат. При общении важную роль играет то, что собеседники исправляют ошибки друг друга и делают пояснения к ним, делая акцент на разговорные слова и выражения. Что очень ценно, так как знание лексических единиц языка также важно, как и знание грамматики. Данный сайт часто рекомендуют люди, изучающие иностранные языки, ведь он бесплатный и обладает большим потенциалом, а общение обладает огромной ценностью.

Если же пользователь сети считает, что его знание языка уже достигло довольно высокого уровня, и он просто желает его улучшить, то ему стоит воспользоваться таким ресурсом, как «Reddit». Этот сайт состоит из различных по тематике и назначению обсуждений на английском языке и представляет собой форум. Он также содержит отдельные разделы для изучения грамматики, где люди пытаются разобраться в тонкостях и нюансах определённых правил, описывая свою проблему экспертам: квалифицированным филологам, переводчикам или даже носителям языка [4]. Прелесть данного сайта заключается в том, что здесь одно и то же решение проблемы может быть представлено сразу несколькими специалистами. Из чего следует, что пользователь не только получит ответ на интересующий его вопрос, но и, выбрав приемлемое и понятное для себя объяснение, обязательно поймет то, что никак не удавалось понять раньше. Главным недостатком «Reddit» можно назвать то, что это, в первую очередь, – место для обсуждений и там очень мало практических заданий, со-

ставленных специалистами для закрепления. Иначе говоря, там нет места языковой практике.

Но, что же делать, если не так много времени и сил на то, чтобы бороться с грамматикой, а желания изучать множество текстовых статей и материалов, совсем мало? Тогда стоит обратить своё внимание на сайт «FluentU». Это большой каталог видеозаписей на различные тематики, взятые из реальной жизни, например, телепередач или видеоклипов. Большинство видео сопровождаются субтитрами, каждое слово можно выбрать отдельно, после чего сервис предложит варианты употребления данного слова в других примерах. Есть возможность составить личный словарь из изученных слов и следить за прогрессом. Данный метод обучения, конечно, не даст заскучать, но стоит помнить о том, что целью нахождения здесь является не просмотр видео, а именно изучение языка. Стоит уделять большое внимание ещё и прослушивая речи дикторов, их правильному произношению, иначе пользы от данного ресурса будет мало.

Когда необходимо расширить свой багаж знаний готовыми фразами и выражениями, стоит обратиться к сайту «Englishspeak». Этот ресурс можно назвать сборником самых распространённых слов и фраз, используемых англоговорящими в повседневной речи. Особенностью является наличие готовых диалогов из выражений, которые озвучены носителями языка, что позволит определить для себя правильное произношение, если уровень понимания речи ещё не достиг необходимого уровня, то полезным будет воспроизведение звуковой дорожки в замедленном режиме. Но не нужно просушивать весь диалог, диктор может озвучивать фразы и слова отдельно. На сайте можно найти большое количество слов, действительно встречающихся при разговоре, и все они сопровождаются переводом, что облегчает понимание.

Теперь стоит перейти от текстовых и видеоматериалов к более сложному уровню. При изучении языка необходимо как можно раньше начинать слушать речь, чтобы привыкнуть к звучанию и развить навык аудирования. Согласитесь, что интереснее, когда прослушиваемый текст имеет какой-то смысл, на такой случай есть новостной сайт «Newsinlevels». Новости, озвученные профессиональными дикторами, довольно легко понять. Тексты составлены из наиболее простых и часто встречающихся слов, которые по ходу прослушивания можно изучать. К сожалению, на сайте отсутствует возможность для перевода встречающихся слов и их сохранения, поэтому придётся делать это вручную. Если, необходимо повторить базовую теорию (для облегчения понимания), то существует и такая возможность при переходе в отдельный раздел.

Аудирование стоит подкреплять и заданиями, чтобы лучше усвоить материал. Для того чтобы разнообразить обучение, можно прослушивать любимые и новые песни, но извлекать из этого пользу. «Esolcourses» включает в себя несколько направлений изучаемого материала, который распределён по уровням. Как говорилось ранее, сайт делится на категории, где есть как базовые (словарь), так и раздел с грамматикой, наполненный сжатой теорией, сопровождаемой множеством примеров. Упражнения на сайте направлены на обучение пра-

вильному написанию текстов, аудированию и изучению лексики для работы. Например, задание по аудированию состоит из видео, для закрепления понимания которого необходимо выполнить тестовое задание.

Рассмотрев перечень ресурсов и их функционал, становится понятно, что для пользователя есть довольно много способов изучения иностранного языка и ему лишь нужно выбрать для себя более подходящий. Но не стоит останавливать свой выбор на конкретном сайте, ведь залогом успеха будет являться правильное совмещение нескольких ресурсов, затрагивающих различные аспекты владения языком. Основной проблемой при изучении языка самостоятельно является практическая часть, для чего существуют ресурсы, позволяющие общаться с носителями языка. Нужно лишь не останавливаться на пополнении словарного запаса, а заниматься совершенствованием своих навыков.

Список литературы

1. Подборка сайтов для изучения английского языка : сайт. URL: <https://losangeles.zagranitsa.com/article/2535/10-krutykh-saitov-dlia-izucheniia-angliiskogo-iazy>.
2. Анализ рынка изучения языков : сайт. URL: <https://vc.ru/flood/26280-online-courses-down>.
3. Пути изучения английского языка с помощью компьютера и интернет : сайт. URL: <https://school-science.ru/2/3/29861>.
4. Бесплатные ресурсы для изучения английской грамматики : сайт. URL: <https://habr.com/ru/company/englishdom/blog/329382>.

ГЕЙМИФИКАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ НАСТОЛЬНЫХ ИГР

К.И. Курлянов*

Научный руководитель Т.Н. Ямских
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В современной педагогике специально уделено место такому процессу, как геймификация. Когда занятие проходит в формате игры, знания усваиваются гораздо лучше. При обучении в вузе играм уделяется второстепенное внимание, так как считается, что данная форма деятельности уже не подходит для данной категории обучающихся. Но это совсем не так.

Лучше всего запоминается то, с чем ты сталкиваешься в повседневной жизни. А жизнь любого подростка или студента неразрывно связана с его компьютером и с играми, которые на них установлены. Игры серии «Кредо Ассасина» в шутку стали называть учебником по истории, так как все события игр неразрывно связаны с многими эпизодами истории. Но как можно использовать игры в учебном процессе? Есть способ, который позволит не привлекать к обучению компьютеры и тяжелые программы.

В последнее время все чаще появляется информация о новом виде хобби, которое называется «настольные игры». И речь идет далеко не о шахматах и «Монополии». «Каркассон», «Колонизаторы», «Пэчворк», «Манчкин» – современные игры, в которых используются довольно интересные механики (то есть способы игры). Эти игры не только помогают весело провести время, но и развивают многие области человеческого мышления.

Начнем с того, что среди «настолок» есть отдельный жанр логических настольных игр, который способствует развитию у игроков стратегического и логического мышления в условиях одной игровой партии. Есть множество игр на развитие воображения и абстрактного мышления. Также существует много игр на математическое мышление.

Такие известные авторы настольных игр, как Уве Розенберг и Ричард Гарфилд, использовали реальные математические модели в своих работах, что улучшало механику игры и подогревало интерес к партии. Остановимся на конкретном примере. На рис. 1 вы видите одну из лучших игр в жанре «пати» на тимбилдинг и развитие абстрактного мышления. Игроки делятся на две большие команды (количество игроков не ограничено) и пытаются угадать, какие карточки загадал их капитан. Капитан команды имеет список тех карт, имена которых он должен передать своей команде. Но в свой ход он может сказать всего два слова: ассоциацию, которая бы объединяла две и более карточек вместе, и количество карт, которые объединены этой ассоциацией. Команда, советуясь, выбирает, какие же из карт загадал их капитан, и объявляют свое реше-

* © Курлянов К.И., 2019

ние, после чего капитан команды говорит, оказались ли они правы, после чего ход переходит другой команде [1].



Рис. 1. Игра «Кодовые имена» автора Владя Хватил

Игра на самом деле очень хорошая и способствует развитию многих полезных навыков, но у игры есть одна проблема – в нее неудобно играть за столом. Тем более в рамках учебного процесса. Поэтому я поставил себе цель создать платформу, с помощью которой в игру можно бы было играть через экран проектора.

Снизу представлена моя работа (рис. 2), на которой вы можете увидеть поле с карточками и жетоны шпионов, которые размещаются справа от игрового поля. Это приложение легко можно вынести на экран, что довольно сильно улучшает визуальную составляющую и позволяет участвовать в игре гораздо большему количеству людей.



Рис. 2. Приложение «Кодовые имена»

Также в моей версии программы все слова представлены на английском языке. Это способствует не только развитию абстрактного мышления, но и пополнению словарного запаса. И это на самом деле еще одно свойство настольных игр – с помощью них можно учить иностранные языки. В дальнейших версиях планируется добавить возможность пополнять словарь приложения словами из последних пройденных тем.

Для игры требуются карты ведущих, на которых показано, какие карты принадлежат одной или другой команде, и эти карты прилагаются к проекту. (рис. 3).

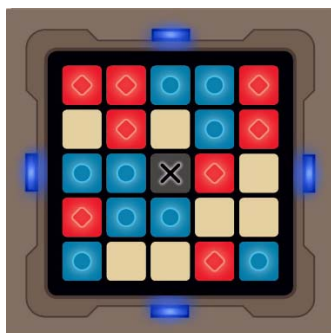


Рис. 3. Карта ведущего

Это лишь одна из игр, которую можно использовать для геймификации учебного процесса, но в рамках данного проекта мы используем только «Кодовые имена». Как видите, настольные игры – это прекрасный инструмент для обучения студентов, но его не используют, так как не знают, что это возможно. Моя цель – донести, что учебный процесс можно усовершенствовать и сделать более наглядным при помощи одного распространённого инструмента. Возьмите то, что и так используют студенты, и проведите с помощью этого урок. Настольные игры – прекрасный инструмент геймификации.

Список литературы

1. Сковордин А. Правила настольной игры «Кодовые имена». СПб. : Изд-во «GaGaGames». 2016. 8 с. [Scovordin A. Rulebook of the board game “Code Names”. Saint Petersburg: “GaGaGames” publishing., 2016. 8 p. (in Czech)].

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕАКЦИИ
ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ
НА СТИЛИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УСТНОЙ РЕЧИ**

О.Г. Лубинец, И.С. Мухин*

Научный руководитель Н.Н. Слепченко
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

На заре своего появления компьютеры, в основном, использовались в научных и военных целях. Взаимодействие с вычислительной машиной на тот момент было довольно трудоемким, а загрузка данных осуществлялась с помощью набора перфокарт. Позже, когда компьютерами начали пользоваться менее крупные предприятия, был создан новый способ общения – терминал. В терминале пользователь взаимодействует с компьютером с помощью текстовых команд. Однако пользователю до этого необходимо запомнить целый набор этих команд, а выучить абсолютно все не представляется возможным. Поэтому для следующего этапа развития ЭВМ – персональных компьютеров – был создан графический интерфейс, в котором пользователь с помощью клика мышки может выбрать один из представленных вариантов. Это было удобно, пока компьютер был стационарным, и человек занимался единственным делом: работал с компьютером. Сейчас же каждый из нас носит с собой маленький персональный компьютер и необходимость позвонить, создать записку, узнать погоду и заказать такси может настичь нас в неожиданный момент, например, за рулем, во время приготовления ужина или подъема на Эверест. Поэтому, многие эксперты сходятся во мнении о том, что следующий этап взаимодействия человека и компьютера – голосовой интерфейс. Голосовой интерфейс (или голосовой интерфейс пользователя) при помощи голосовой/речевой платформы делает возможным взаимодействие человека и компьютера для запуска автоматизированного сервиса или процесса.

Устная человеческая речь сильно отличается от письменной и имеет множество особенностей с точки зрения как лексики, так и синтаксиса. Во время диалога (а взаимодействие с голосовым помощником это настоящий диалог) человек часто пропускает слова, использует множество местоимений, составляет предложения с неверным порядком слов. Поэтому данное сравнение голосовых помощников основано именно на их способности адекватно реагировать на вопросы, которые содержат различные стилистические формы и особенности разговорного стиля речи.

Для сравнения были выбраны два голосовых помощника: «Алиса», разработанный компанией «Яндекс», и «Google assistant» корпорации «Google». Каждому из них были заданы несколько вопросов, содержащих фразы и выражения, свойственные устной речи.

* © Лубинец О.Г., Мухин И.С., 2019

Часто в разговорной речи можно встретить эллипсис – намеренный пропуск слов, не существенных для смысла выражения. Примером эллипсиса может служить фраза «Сколько по времени от Киренского, 26, до Мира, 94?», которая является сокращением вопроса «Сколько времени займет дорога от дома по адресу Киренского, 26, до дома номер 94, расположенного на проспекте Мира?». В ответ на заданный вопрос оба голосовых помощника предоставили время в пути, при этом указав какое время потребует путь на личном автомобиле, а какое на общественном транспорте. Оба голосовых помощника были протестированы на 50 различных примерах, содержащих эллипсис. В результате Алиса справилась в 90 % случаев, Google assistant же показал успешных результат в 88 %.

Если какой-то предмет или явление уже упоминалось в разговоре ранее, то часто его название заменяют местоимением или наречием. Голосовым помощникам был задан вопрос «Где находится Чехия?», а в следующем вопросе заменено имя собственное «Чехия» на личное местоимение «неё» – «А какая у неё площадь?». Оба голосовых помощника успешно справились с поставленными вопросами, показав карту мира и указав площадь страны. В качестве примера замены слова наречием было выбрано указательное наречие «там». Следующим вопросом к помощникам был «Какие там есть достопримечательности?». Оба голосовых помощника корректно ответили на вопрос и предоставили подборку известных мест Чехии.

Для создания более точной статистики каждому из голосовых помощников были заданы по 50 вопросов, содержащих различные разряды местоимений и наречий. Результаты данных тестов в процентном соотношении представлены в таблицах ниже.

Таблица 1

**Успешность реакции голосовых помощников
на замену значимых слов местоимениями различных разрядов**

Разряды местоимений	Алиса	Google assistant
Личные	98 %	98 %
Возвратные	38 %	40 %
Притяжательные	68 %	70 %
Указательные	94 %	88 %
Вопросительные	80 %	76 %
Относительные	42 %	38 %
Отрицательные	22 %	24 %
Определительные	14 %	14 %
Неопределенные	58 %	54 %

**Успешность реакции голосовых помощников
на замену значимых слов наречиями различных разрядов**

Разряды наречий	Алиса	Google assistant
Наречия места	86 %	78 %
Наречия времени	90 %	92 %
Наречия причины	74 %	44 %
Наречия цели	78 %	52 %
Наречия образа действия	66 %	38 %
Наречия меры и степени	24 %	20 %

Исходя из результатов, которые отражены в табл. 1, можно сделать вывод, что оба помощника в большинстве случаев справляются с заменой на личные, указательные и вопросительные местоимения. Однако стоит отметить менее успешный результат с местоимениями других разрядов. Подобную картину можно наблюдать, взглянув на табл. 2, – замена на наречия места и времени оказывается более успешной, чем на наречия других разрядов. Такой результат можно объяснить тем, что в большинстве случаев, разговаривая с помощниками, пользователь задает простые вопросы: просит их найти какое-либо место, разыскать информацию о каком-то человеке и т. п. То есть задает вопросы, содержащие местоимения и наречия, которые чаще верно интерпретируются голосовыми помощниками.

Также результаты табл. 2 отражают возможность Алисы реагировать на замену наречием в целом лучше, чем Google assistant. Это объясняется тем, что функция «Болталка» позволяет Алисе вести беседу, где от неё не требуется производить четких запросов для поиска точной информации, таким образом, создается иллюзия того, что она понимает человека и слова, которые он заменяет местоимениями и наречиями.

Еще одной особенностью устной речи является частое использование инверсии. В построенных таким образом предложениях порядок слов отличается от норм русского языка. Алисе и Google assistant был задан вопрос «Погода будет завтра какая?», порядок слов в котором сильно отличается от верного «Какая завтра будет погода?». Оба голосовых интерфейса предоставили корректные данные о погоде на будущий день. При исследовании на 50 примерах было выявлено, что Алиса успешно распознает 46 запросов из 50, что составляет 92 процентов, а Google Assistant справляется с 80 % запросов.

Существует группа слов, употребляемых по большей части в разговорной речи. К такой разговорной лексике относятся эмоционально окрашенные слова, сленг, профессионализмы, жаргон и другие. Голосовым помощникам были заданы несколько вопросов с использованием таких слов. Оба голосовых помощника «порадовались», что у пользователя был «кайфовый» день, оба не смогли распознать слово «чиллить» в предложении «Где можно почиллить сегодня вечером?». На просторечную фразу «Ты дылда?», Алиса попросила её не оскорб-

лять, а Google assistant не смог распознать вопрос. Путем многочисленных проб было выяснено, что голосовой помощник компании «Яндекс» знает большее количество слов разговорной речи, однако сам их не употребляет. Тестирование данной функции голосовых помощников было проведено на большом числе примеров из словаря просторечий и просторечных выражений Г. В. Суковых [3]. В результате Алиса распознала 84 % выражений и успешно на них отреагировала, Google assistant распознал 38 % выражений. Данную статистику можно объяснить тем, что слова, вошедшие в словарь, являются общеупотребительными для русского языка. С большой долей вероятности можно предположить, что Алиса «обучалась» на подобном списке слов, в то время как Google Assistant более успешно воспринимает подобные лексические конструкции на «родном» английском языке.

Голосовые помощники становятся все более «человечными». Если раньше ответ выбирался из готового списка вариантов, написанного человеком, то сейчас ответ генерируется с помощью нейросети. Эта нейросеть обучается на огромном объеме данных по заданной теме, что позволяет найти ответ даже на неожиданный, нешаблонный вопрос. Возможности голосовых помощников растут как в плане их функционала, так и в их способности распознавать речь настоящего человека и понимать сказанное им. Данный анализ показал, что голосовые помощники уже сейчас могут понять речь, наполненную различными стилистическими особенностями. Это показывает, что разработчики стараются сделать голосовых помощников максимально удобными, а это значит, что в будущем этот способ может стать одним из основных способов взаимодействия пользователя с компьютером.

Список литературы

1. Google Assistant на русском – что это и как работает? URL: <https://internet-marketings.ru/google-assistant-na-russkom>.
2. Как устроена Алиса. Лекция Яндекса. URL: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/349372>.
3. Суковых Г. В. Словарь просторечий и просторечных выражений. 2015.

МЕТОДЫ МАШИННОГО ПЕРЕВОДА**С.И. Русаков***Научный руководитель А.С. Даниленко
старший преподаватель*Сибирский федеральный университет*

В наше время информационных технологий тяжело представить себе жизнь без сервисов перевода с одного языка на другой. Каждый день миллионы людей пользуются такими приложениями, как «Яндекс.Переводчик», «Google Переводчик» и подобными им. Переводчики помогают нам в значительной степени преодолеть языковой барьер. Они могут переводить с множества различных языков, включая те, на которых говорят малые народы. Как же достигается такое разнообразие и как работают переводчики?

На данный момент существует три основных вида систем машинного перевода: системы на основе правил (Rule-Based Machine Translation, RBMT); статистические системы (Statistical Machine Translation, SMT); нейронные системы (Neural Machine Translation, NMT).

Машинный перевод на основе правил [1]. Из названия ясно, что такой метод использует правила. Эти правила строятся из двуязычных словарей и грамматик, охватывающих семантические, синтаксические и морфологические закономерности каждого языка. Преимущество метода состоит в том, что он может глубоко анализировать семантические и синтаксические уровни. Сложность же заключается в том, что правила пишутся лингвистами, а для точного перевода необходимо поддерживать и обновлять лингвистические базы данных. Этот метод является одним из первых, предложенных в истории развития машинного перевода, поэтому его называют классическим.

На замену машинному переводу на основе правил пришли статистические системы (*Statistical Machine Translation, SMT*) [2]. При таком подходе машинного перевода [3] используются огромные наборы параллельных переводов – корпусы текстов. При статистических методах нет необходимости создавать тексты непосредственно для системы, можно использовать уже готовые переводы. Источниками таких данных являются международные организации с различными рабочими языками (ООН, Европейский парламент), юридические документы, медицинская документация и т.д.

Статистическая система разделяет предложение, необходимое для перевода, на отдельные слова и фразы, рассматривает все варианты перевода для каждого фрагмента и вычисляет вероятность каждого из них. Делает она это исходя из того, с какой частотой встречался тот или иной вариант перевода в текстах, на которых производилось обучение. Рассмотрим принцип работы статистической модели на простом примере.

* © Русаков С.И., 2019

Имеется два предложения на английском языке и соответствующий им перевод на русском языке (табл. 1).

Таблица 3

Английское предложение	Русское предложение
<i>A cat is walking</i>	Кошка гуляет
<i>A cat is playing</i>	Кошка играет

Изначально система не представляет, как переводится слово «cat» и его переводом может являться любое слово с равной вероятностью. Однако после анализа двух вышеперечисленных текстов, вероятность перевода слова «cat» как слова «кошка» возрастет. Таким образом, проанализировав несколько миллионов таких предложений будет получен более или менее правдивый словарь, где у каждого слова будет несколько вариантов переводов и их вероятность. Такие «словари» в статистических системах называют таблицей переводов.

SMT также помнит, вместе с какими словами ранее встречалось переводимое слово. Приведем пример, раскрывающий данную особенность:

Таблица 2

Английское предложение	Русское предложение
<i>Early spring</i>	Ранняя весна
<i>Metal spring</i>	Металлическая пружина

При переводе английского слова «spring» система отдаст большую вероятность русскому переводу «весна», если встретит перед ним слово «early», нежели переводу «пружина».

Однако одних таблиц недостаточно для корректного перевода. Вместе с ними при статистическом методе используется вероятностная модель языка. Она изучает большой объем текстов на целевом языке и учится отличать предложения с грамматическими ошибками. Таким образом, при подаче предложения с грамматическими ошибками и без них, она отдаст большее предпочтение варианту без ошибок.

В настоящее время большими темпами набирает популярность нейронный машинный перевод (*Neural Machine Translation, NMT*) [4]. Сейчас его уже используют такие компании, как «Google» и «Microsoft». Он также использует корпуса текстов, как и статистический машинный перевод, однако, в отличие от своего предшественника, NMT анализирует целые предложения. Нейронный машинный перевод включает в себя два этапа.

На первом этапе происходит кодирование предложения в набор характеристик, для этого используется рекуррентная нейронная сеть (RNN), она позволяет учитывать связь между словами в тексте.

На втором этапе осуществляется декодирование этих характеристик в предложение на необходимом языке. Этим занимается другая RNN.

Для того чтобы лучше понять принцип работы нейронных систем, приведем следующий пример. Представьте, что я рассказываю, как выглядит мой кот. Я перечисляю набор характеристик: маленькие лапы, длинный хвост, белый цвет и т. д. При достаточно хорошем описании вы сможете представить его себе, хотя никогда не видели. Подобным занимаются и нейронные сети при таком подходе к машинному переводу. Первая RNN «перечисляет» набор отличительных свойств текста, а вторая расшифровывает их на другом языке.

Несмотря на высокое качество перевода, нейронный машинный перевод имеет свои недостатки. Для обучения нейронной системы требуется намного больше времени и обучающих данных, нежели для настройки статистической системы. Кроме этого, в связи с тем, что NMT анализирует целые предложения, для должного качества перевода необходимо соблюдать ряд правил:

- предложение должно начинаться с заглавной буквы;
- в конце предложения должен стоять знак завершения предложения;
- с заглавных букв пишутся имена собственные и аббревиатуры.

Рассмотрим на примере, к чему может привести нарушение вышеперечисленных правил.

Таблица 3

Исходное предложение	Перевод на русский язык		
	Google Переводчик	Bing Переводчик	Яндекс Переводчик
<i>It is a cat, it is big.</i>	Это кошка, она большая	Это кошка, она большая	Это кошка, она большая
<i>IT IS A CAT, IT IS BIG.</i>	ЭТО КОШКА, ЭТО БОЛЬШОЕ	ЭТО КОШКА, ЭТО БОЛЬШОЙ	ЭТО КОШКА, ОНА БОЛЬШАЯ.

Как видно из примера, качество перевода «Google Переводчик» и «Bing Переводчик» снижается, если все предложение написано в верхнем регистре.

Тем не менее вариант, предложенный «Яндекс Переводчиком», остался неизменным. Это связано с тем, что в Яндексе используется гибридный метод, совмещающий в себе статистические и нейронные системы. Переводимый текст обрабатывает обе системы, после чего с помощью особого алгоритма CatBoost выбирается наилучший вариант.

Развитие машинного перевода не стоит на месте. Несмотря на долгую историю развития данного направления, машинный перевод только сейчас становится по-настоящему востребованным. Относительно недавно только появились нейронные системы, предлагающие наиболее качественный перевод. Определенно, они будут продолжать совершенствоваться и повышать точность перевода. Несомненно, толчком в развитии будет появление новых поколений вычислительной техники и технологий программирования, однако не стоит ожидать революционных прорывов в ближайшие десятилетия. Машинному переводу свойственно постепенное и плавное развитие.

Список литературы

1. Rule-based machine translation : сайт. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Rule-based_machine_translation.
2. Машинный перевод : сайт. URL: <https://yandex.ru/company/technologies/translation>.
3. Статистический машинный перевод: сайт. URL: <https://postnauka.ru/video/82022>.
4. Нейронный машинный перевод : сайт. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Нейронный_машинный_перевод.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЛАТФОРМ

Е.А. Сиваченко^{*}

Научный руководитель А. А. Романовская

Сибирский федеральный университет

В век расцвета электронных технологий интернет способен обеспечить любые человеческие потребности. Онлайн-обучение в данном случае не является исключением. В данной работе будут рассмотрены основные преимущества и недостатки обучения на базе электронных платформ на примере Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment или Moodle, а также ресурса ToLearnEnglish.com.

Электронное обучение (в английском языке употребляется термин «E-learning») используется повсеместно, начиная от узкоспециализированных курсов, заканчивая крупными университетами. Данная практика сравнительно не нова и имеет свои нюансы.

В ходе исследования эффективности электронного обучения большинство авторов отмечают основные сравнительные параметры: доступность; хранение; экономия человеческих ресурсов; предоставление ряда интерактивных возможностей; приватность обучения.

Электронное обучение зачастую находится в открытом доступе, множество платформ требуют лишь регистрации для того, чтобы начать обучение. Существуют и платные ресурсы, а также курсы с усложненной регистрацией (например, при обучении в определенном учебном заведении). Учитывая современную оснащенность потенциальными обучающимися устройствами для выхода в интернет, очевидно, что электронное обучение общедоступно.

В отличие от бумажных носителей, нет необходимости в репродукции множества экземпляров электронных платформ. Данный аспект требует лишь наличие сервера. Здесь можно рассмотреть множество плюсов – это позволяет сокращать расход природных ресурсов, также не нужно иметь физический экземпляр для обучения. В противовес данных преимуществ можно отметить, что любой электронный ресурс может быть подвергнут атаке, что может послужить причиной ограничения доступа.

Особенности реализации электронного обучения позволяют сократить затраты времени преподавателей, особенно учитывая, что в большинстве электронных платформ предусмотрена возможность автоматической проверки заданий. На данном этапе следует отметить, что, учитывая гибкость лексических конструкций в различных языках, одно и то же слово или фразу можно интерпретировать в различных формулировках. Отсюда происходит разница в названиях элементов русско- и англоязычной версии LMS Moodle (например, элементы «семинар» и «workshop»), а также сложность учета всех теоретически

^{*} © Сиваченко Е.А., 2019

верных версий при создании тестовых заданий. Важна в обучении иностранному языку и правильная фонетика. Тот факт, что на момент написания данного материала компьютер не способен контролировать правильное произношение в полной мере, подтверждает, что контроль преподавателя в обучении необходим. Частично эта задача решается при помощи видеочата. Однако, помимо специалиста, способного обучить непосредственно языку с помощью электронного ресурса, необходимы и те, кто способен создать электронный ресурс, настроить на корректную работу, а также проводить регулярные модификации.

Найти отрицательные стороны в интерактивных возможностях электронного обучения сложно, поскольку преимущества их очевидны. Учтен даже самый актуальный вопрос – вопрос конфиденциальности, поскольку многие электронные ресурсы позволяют обучаться в режиме инкогнито, сводя социальное взаимодействие к минимуму. Однако следует отметить, что выбор данной опции конкретным пользователем наносит определенный ущерб качеству обучения, исходя из вышеизложенных причин.

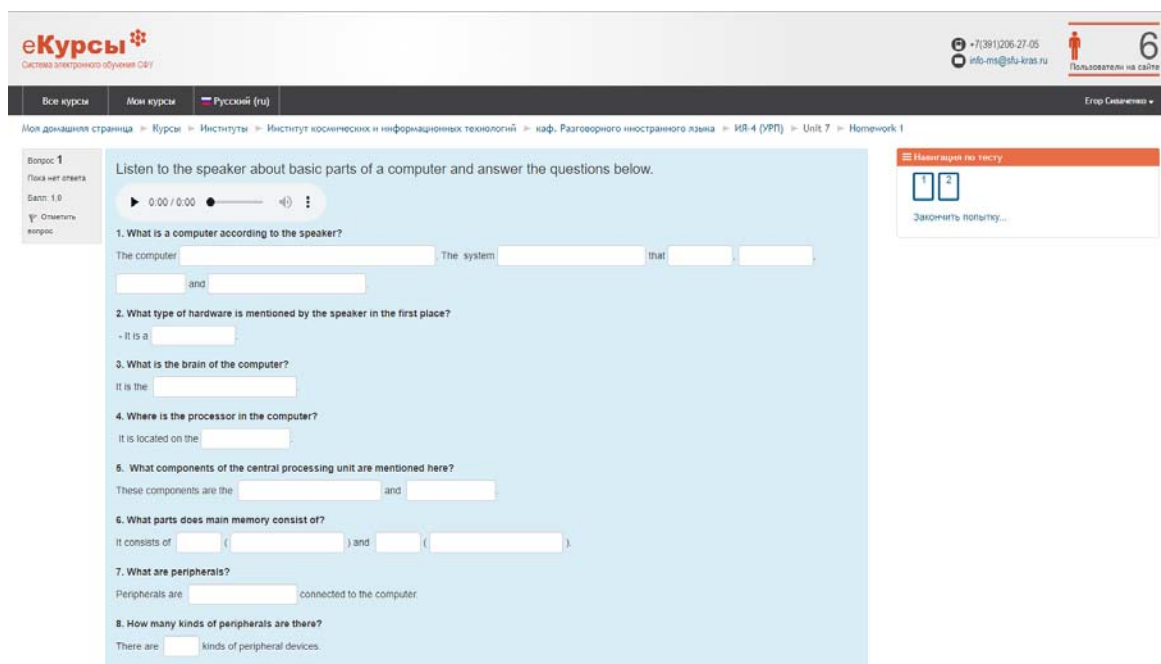


Рис. 1. Интерфейс электронных курсов Moodle

Электронные платформы для обучения иностранным языкам можно разделить на готовые для пользования и конструкторы. Несколько слов о платформе управления электронными курсами LMS – Moodle, успешно используемой при обучении в Сибирском федеральном университете, также известной, как система управления обучением или виртуальная обучающая среда. Moodle – аббревиатурой, в полной версии – Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment. В данной среде преподаватель может сам настроить процесс обучения студентов, включая добавление тестов, видеоматериалов, а также настройки автоматической рассылки по группам или же индивидуально. В Сибирском федеральном университете электронный курс на базе Moodle, являясь

элементом смешанного обучения, применяется для тренировочных заданий и контроля усвоенных знаний, в то время как основная роль отводится преподавателю.

Ярким представителем готовой платформы для обучения иностранным языкам является ToLearnEnglish.com. Здесь можно найти множество как разрозненных упражнений по теме, так и полноценных уроков для обучения, тренировки навыков языкового общения, осуществить контроль знаний. Вариативность разработанных заданий, факт разработки обучающих материалов носителями языка, а также возможность, в случае выбора зарегистрированного обучения, общения в чате на языке повышают значимость данного ресурса.



Рис. 2. Тематическая игра в Flash-плеере на ресурсе ToLearnEnglish.com

Подводя итог изученности вопроса на данном этапе, следует отметить, что при обучении иностранному языку соблюдение баланса между электронным обучением и мастерством преподавателя создает максимально эффективную комбинацию, неоспоримые преимущества которой очевидны, а отмеченные недостатки не являются нерешаемыми. Следовательно, прогнозируемый прогресс неизбежен.

Список литературы

1. Нетология-групп // Исследования рынка онлайн-образования. URL: <http://files.runet-id.com/2017/rif/presentations/19apr.rif17-2.3--dreval.pdf>.
2. Open University of Catalonia researching. URL: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/75705/6/ELR_Report_2017.pdf.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ БЫСТРОГО ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ НА ФОТОГРАФИЯХ

Д.В. Хоров, В.А. Шароглазов*

Научный руководитель Т.М. Лабушева
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

С развитием технологий практически у каждого человека появилась возможность использовать портативные устройства, обладающие широким функционалом для работы с мультимедийными и текстовыми файлами. Ежедневно человек получает и обрабатывает огромное количество информации, посредством чтения текстовых документов, просмотра видеофайлов, а также анализа цифровых изображений. Именно обмен информацией с помощью фотографий в данный момент начинает приобретать популярность. Это происходит в первую очередь потому, что каждый обладатель смартфона способен без особых трудностей создавать цифровые изображения, используя встроенную фотокамеру. Таким образом любой пользователь портативного устройства способен с легкостью сохранить какой-либо важный текст, документ или другую информацию, с целью дальнейшего применения.

Пропорционально росту популярности данного метода сохранения информации, соответственно растет и количество файлов. Поэтому перед любым активным пользователем рано или поздно встает вопрос – «каким образом максимально эффективно получить доступ к конкретной информации, хранящейся в памяти устройства?» Самый очевидный способ – это банальный просмотр всех фотографий, при этом абсолютно ясно, что данный метод не гарантирует стопроцентного успеха и к тому же является достаточно энергозатратным и длительным. Статистика показывает, что человек может читать со скоростью в интервале от 200 до 400 слов в минуту [1]. При этом не всегда достигается абсолютное понимание прочитанного. Человек может упустить из вида важный кусок текста, тем самым несознательно увеличив время, затрачиваемое на поиск нужной информации. Используя современные вычислительные мощности, можно найти оптимальное решение данной задачи. Для этого требуется создать программу с использованием систем распознавания текста и оптимизацией поиска информации.

На данный момент существуют различные приложения и средства, реализующие систему OCR (англ. Optical Character Recognition), которые позволяют сканировать текст с изображений. В некоторых даже реализованы механизмы хранения оцифрованных данных. Данные приложения достаточно стабильны, а также обладают эффективными алгоритмами распознавания текста, написанного на разных языках. Существуют даже узконаправленные нейронные сети [2], которые позволяют выполнять OCR.

* © Хоров Д.В., Шароглазов В.А., 2019

Однако существующие OCR приложения обладают существенными минусами. Во-первых – это непосредственно скорость работы пользователя с программами данного вида.

Во-вторых – значительные объемы занимаемой памяти современных приложений, что существенно замедляет скорость выполнения операций. В-третьих – взаимодействие пользователя с интерфейсом осуществляется недостаточно эффективно, ввиду малой гибкости существующих программ данного типа.

Анализируя таблицу, размещенную в источнике [3] и запрос по поиску “OCR” на сайте GitHub.com, был сделан вывод, что лучшим вариантом реализации данного алгоритма является применение библиотеки Tesseract OCR. Ее преимущества: поддержка языков С и С++; поддержка более 100 языков “из коробки”; разные способы вывода информации (text, PDF, XML и другие) [4].

Также был сделан вывод, что для реализации программы идеально подойдут две модели интерфейса “минимальный” GUI (англ. graphical user interface) или CLI (англ. Command Line Interface). Так как программа нацелена на увеличение скорости работы и оптимизацию алгоритма поиска, то CLI является лучшим вариантом реализации так как, он позволит избавиться от загрузки графического интерфейса и сведет функционал программы к необходимому минимуму (подразумевается выполнение только тех действий, которые программа ожидает от пользователя).

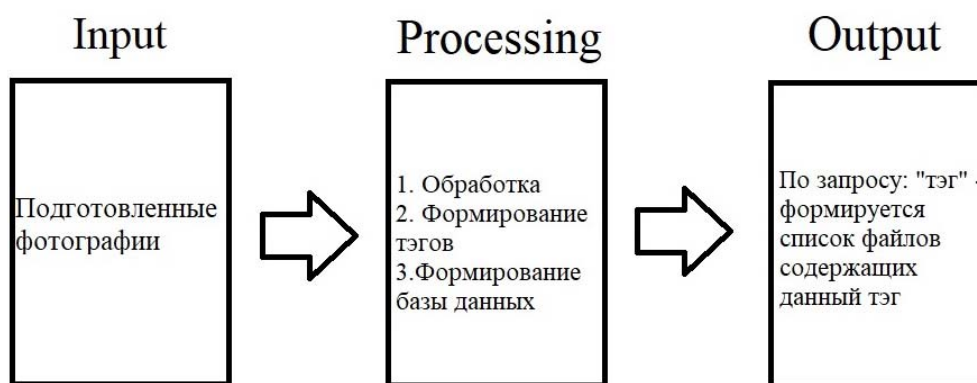


Рис. Упрощенная схема работы программы

Общий принцип работы можно охарактеризовать следующим образом: пользователь передает в программу базу фотографий, среди которых необходимо провести поиск, затем программа сканирует все фотографии и формирует свою базу тэгов (ключевых фраз), которые были найдены в изображениях. После, пользователю остается ввести ключевую фразу в поиск, и программа сама выберет всех файлы, в которых была упомянута эта фраза или ее часть. Кроме того, перед началом работы программы необходима пре-обработка фотографий, которая приведет все изображения к одному формату.

Эффективность работы данной программы будет зависеть от:

1. Разрешения фотографий и качества типографии на них

2. Языковой базы приложения (количества распознаваемых языков текста)
3. Качества распознавания рукописного текста
4. Размера входной базы фотографий
5. Количества текста на каждой фотографии

Систему тэгов необходимо реализовать как базу данных, которая будет сортировать найденные тэги по алфавиту и приводить все слова к строчному виду автоматически. Кроме того, необходимо реализовать функционал по поиску фразы в сканированных фотографиях.

С таким подходом к проектированию, появляется возможность разработать данную программу сразу под несколько платформ (мобильные и настольные операционные системы). Кроме того, возможно организовать работу данного приложения как веб-сервиса, который будет функционировать на всех устройствах, поддерживающих работу с браузером, но при этом стоит учитывать, что скорость работы значительно снизится.

Список литературы

1. Статья Университета ИТМО. «Работает скорочтение или нет?»: сайт. URL: <https://habr.com/ru/company/spbifmo/blog/331270>.
2. OCR нейронная сеть на JavaScript: сайт. URL: <https://github.com/mateogianolio/ocr>.
3. Wikipedia contributors, 'Comparison of optical character recognition software', Wikipedia, The Free Encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Comparison_of_optical_character_recognition_software&oldid=886453990.
4. Библиотека Tesseract OCR с описанием на англ.: сайт. URL: <https://github.com/tesseract-ocr/tesseract>.

ВОПРОСНО-ОТВЕТНЫЕ СИСТЕМЫ**Р.С. Шиманович***Научный руководитель Т.М. Лабушева
старший преподаватель*Сибирский федеральный университет*

Двадцать первый век не зря называют веком информационных технологий. Информация является неотъемлемой частью жизни любого современного человека. Статьи в Интернете, различные документы, видеофайлы и музыка – всё это образует огромное информационное пространство. И чтобы помочь людям не потеряться в этом многообразии информации, были придуманы различные поисковые системы, призванные упростить получение интересующих нас данных. Самым очевидным и распространенным примером такой системы является любой современный интернет-браузер. Например, Opera, Firefox или Internet Explorer. Все они включают в себя средства для поиска информации в Интернете. После ввода пользователем ключевых слов в строку поиска, программа показывает список сайтов, на которых фигурирует заданная комбинация. В большинстве случаев это является весьма удобным методом поиска, однако лишь до тех пор, пока нам не нужно узнать ответ на какой-либо конкретно поставленный вопрос. Какая температура на Северном полюсе? Как получить порох? Поиск ответа на подобные вопросы может занять довольно длительное время. Браузер, разумеется, выдаст список сайтов, на которых, скорее всего, будет содержаться ответ на заданный вопрос, но искать его придется самостоятельно. Дабы решить эту проблему были придуманы вопросно-ответные системы.

Вопросно-ответная система (QA-система; от англ. QA – англ. Question-answering system) – это информационная система, способная принимать вопросы и отвечать на них на естественном языке, другими словами, это система с естественно-языковым интерфейсом. Такие системы бывают узкоспециализированными и общими. Узкоспециализированные QA-системы работают в конкретных областях (например, экономика или автомобилестроение), а общие с информацией по всем областям знаний, позволяя вести поиск в смежных областях [1].

Первые упоминания о создании ВОС датируются 60-ыми годами прошлого века. Среди наиболее удачных реализаций следует отметить системы BASEBALL и LUNAR. Система BASEBALL взаимодействовала с пользователем посредством диалога и позволяла узнать результаты соревнований бейсбольной лиги США. LUNAR же отвечала на вопросы, связанные с геологическим анализом образцов пород, доставленных с лунной поверхности экспедициями программы «Аполлон». Обе системы представляли собой примеры QA-

* © Шиманович Р.С., 2019

систем, заточенных под конкретную предметную область, и показывали неплохие результаты, давая 90 % верных ответов [2].

Первые общие вопросно-ответные системы начали появляться лишь в конце 90-х гг. Именно тогда начал быстро развиваться Интернет, что сделало возможным разработку подобных систем. В то время как узкоспециализированные системы могли позволить себе хранить информацию необходимую для ответа на большинство вопросов прямо на компьютере пользователя, общим системам были необходимы немислимые объемы памяти, которые не способно обеспечить даже современное оборудование. В связи с этим почти все общие ВОС осуществляют поиск информации для ответа через Интернет. При этом стоит отметить, что, как правило, разработчики не полностью отказываются от концепции получения ответов при помощи локального хранилища данных и предпочитают совмещать два этих подхода.

На сегодняшний день было разработано множество алгоритмов, позволяющих производить грамотный анализ вопросов пользователя, поиск информации для ответа с помощью Интернета, а также выделения из найденных данных именно то, что хотел узнать человек. Однако даже современные QA-системы далеки от идеала. Из наиболее важных проблем стоит отметить избыточность информации, полученной системой в Интернете, наличие множества ошибочных данных, а также невысокий процент получения верного ответа или его отсутствие.

Рассмотрим наиболее популярную вопросно-ответную систему, находящуюся в Интернете, а именно START.

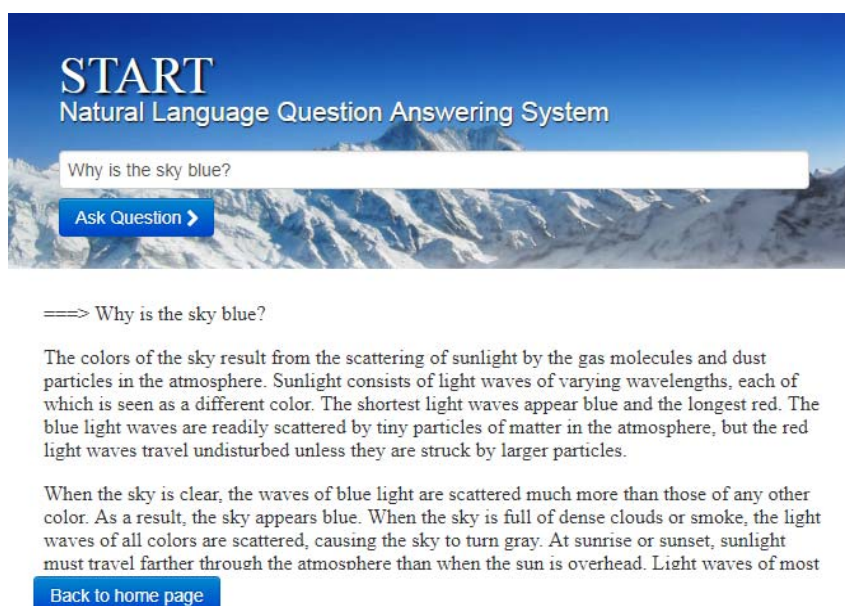


Рис. Демонстрация работы QA-системы START

START (аббревиатура от «SynTactic Analysis using Reversible Transformations») является одной из первых вопросно-ответных систем, размещенных в Интернете. Она была разработана Борисом Кацем и его коллегами из

группы InfoLab в лаборатории компьютерных наук и искусственного интеллекта MIT и в декабре 1993 г. размещена на сайте университета, где успешно функционирует и по сей день. В настоящее время система может ответить на миллионы английских вопросов о местах, фильмах, людях, словарных определениях и многом другом.

В этой системе вопросы разбиты на четыре группы.

1. География.
 - Give me the states that border Colorado.
 - Show me a map of Denmark.
2. Искусство.
 - Who composed the opera Semiramide?
3. Наука и справочная информация.
4. История и культура.

Для хранения данных и выполнения запросов о фактах используется специальная «универсальная база» Omnibase. Она имеет модель «объект – свойство – значение», например,

«Federico Fellini is a director of La Strada»:

- объект – «La Strada»;
- свойство – «director»;
- значение – «Federico Fellini».

Система START является универсальной вопросно-ответной системой в отношении категорий обрабатываемых вопросов, при этом она использует только английский язык. Источниками знаний являются локальное хранилище (база знаний) и Интернет [3].

На сегодняшний день START является одной из наиболее совершенных ВОС, однако даже у нее количество успешно отвеченных вопросов не превышает отметку в 60 %, что, безусловно, не позволяет полностью отказаться от привычных методов поиска ответов на вопросы. Тем не менее в настоящий момент ведется активная работа по улучшению вопросно-ответных систем. Такие крупные компании, как Google и Яндекс, занимаются внедрением ВОС в свои браузеры, поэтому, весьма вероятно, в скором времени о части проблем связанных с реализации таких систем можно будет забыть и стать ещё на один шаг ближе к будущему, в котором получение ответа на любой вопрос займет всего несколько секунд.

Список литературы

1. Вопросно-ответная система: сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org/?oldid=95775579>.
2. Вопросно-ответные системы: развитие и перспективы: сайт. URL: <http://lamb.viniti.ru/sid2/sid2free?sid2=J10738549>.
3. MIT START – Natural Language Question Answering System: сайт. URL: <http://start.csail.mit.edu/index.php>.

Проблемы финансов, анализа и учета

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАЛОГА НА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ДОХОД ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Д.Е. Бабич*

Научный руководитель О.Н. Харченко
кандидат экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

С 1 января 2019 г. для предприятий нефтяного сектора был введен новый налог – налог на дополнительный доход при добыче углеводородного сырья (НДД). До этого момента компании, занимающиеся нефтедобычей, платили налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ). Недостатком налога можно назвать то, что при налогообложении не принимаются во внимание затраты компаний на разработку месторождений; налог взимается, исходя из объемов добытой или экспортируемой нефти. Налоговая система, основанная только на НДПИ, делала нерентабельной разработку нетрадиционных запасов углеводородного сырья, таких как трудноизвлекаемые запасы и ресурсы нефти и новые месторождения со сложными климатическими условиями [1]. Негативные особенности НДПИ, освещенные экономистами-исследователями (Баландина А.С. [1], Кородюк И.С., Трофимов С.Е. [2], Выгон Г.В., Рубцов А.С., Ежов С.С. [3], Палювина А.С. [4]), обусловили необходимость реформирования налоговой системы.

НДД, в отличие от НДПИ, взимается с расчётной выручки от реализации сырья за каждый календарный месяц налогового (календарный год) или отчётного (первый квартал, полугодие и девять месяцев календарного года) периода за вычетом фактических и расчетных расходов на добычу и транспортировку по ставке 50 % [5]. Введение НДД позволяет обеспечить дифференциацию налоговой нагрузки и создать необходимые условия для освоения нефтяных месторождений с повышенными производственными затратами [6].

По сравнению с действующим НДПИ новый механизм предполагает более низкую налоговую нагрузку до момента окупаемости. Это позволяет повысить рентабельность проектов, сократить объемы и сроки привлечения заемных средств, обеспечить приток инвестиций в разработку истощенных и нетрадиционных запасов [7]. А на уровне государства стимулирование разработки месторождений поможет предотвратить падения добычи, существенно повысит инвестиции и приведет к росту бюджетных поступлений [8]. Введение НДД продемонстрировало готовность государства использовать более прогрессивные и сложные для контроля виды налогов [9]. Уровень налоговых изъятий зависит от доходности каждого участка недр в отдельности, что позволяет ввести в разработку низкорентабельные месторождения углеводородного сырья, содержащие в том числе трудноизвлекаемые запасы. Именно поэтому не ко всем месторож-

* © Бабич Д.Е., 2019

дениям можно применить НДС. Список участков недр, а также их координаты, приведен в статье 333.45 Налогового кодекса РФ [5].

Объектом налогообложения по НДС становится не физический объем добытой нефти, а доход, получаемый от ее реализации. Таким образом, через НДС государство влияет на стратегию реализации проектов, меняя правила (объемы и время) изъятия НДС и экспортной пошлины.

Преимуществами введения НДС являются прозрачный и системный подход к налогообложению добычи, учет эффективности разработки запасов с учетом геологических и инфраструктурных особенностей.

Концепция нового налогового режима включает, наряду с НДС, сохранение действующего порядка расчета НДС на газ и конденсат и нового расчета НДС на нефть. НДС до перехода на НДС рассчитывался на основе ставки 919 руб. (период с 1 января 2017 года) за 1 тонну добытой нефти обессоленной, обезвоженной и стабилизированной [5]. При переходе же на НДС налогообложение производится по налоговой ставке 1 рубль за 1 тонну аналогичной нефти [5]. При этом налоговая ставка умножается на коэффициент, характеризующий уровень налогообложения нефти, добываемой на участках недр, в отношении которых исчисляется НДС.

Налоговая ставка по НДС по общим правилам устанавливается в зависимости от того, какое именно полезное ископаемое добывается. Установлены два вида налоговых ставок – адвалорные (в процентах) и специфические (в рублях за тонну) [5].

НДС поступает в доходную часть федерального бюджета, бюджета субъекта Федерации. Сумма налога по всем добытым полезным ископаемым, за исключением углеводородного сырья и общераспространенных полезных ископаемых, распределяются следующим образом: 40 % – в доходы федерального бюджета; 60 % – в доходы бюджетов субъектов Федерации. А в структуре налоговых доходов федерального бюджета РФ доля НДС занимает практически половину всех платежей ежегодно, что говорит об очень высокой значимости этого налога [6, 10].

Путем сравнения величины предполагаемого НДС при переходе на НДС и без такого перехода на примере данных о добыче нефти предприятия X за 2017 год было выявлено, что при введении НДС предприятие X могло бы сэкономить на НДС 31 332 538 руб. Экономия предопределяется тем, что на данный момент предприятие имеет малый процент выработанности (0,24 %) на тех месторождениях, которые попадают под действие НДС, что влияет на снижение размера коэффициента, характеризующего период времени, прошедший с даты начала промышленной добычи нефти на участке недр до 0,4 и экспортной пошлины до нуля.

Предприятия нефтегазового сектора обычно имеют длительный процесс поиска, геологической разведки и освоения новых месторождений нефти и газа, что может затягиваться на несколько десятков лет и, следовательно, они имеют отрицательный финансовый результат в течение длительного времени. Поэтому немаловажной особенностью НДС является то, что налоговая база НДС рассчи-

тывается с 2011 г. с ежегодным инфлированием убытка на 16,3 %, а убыток (отрицательная база) также подлежит переносу на будущее с учетом инфлирования [5]. Налогоплательщик, определивший исторический убыток для календарного года ретроспективного периода, вправе уменьшить налоговую базу налогового (отчетного) периода на всю сумму такого убытка или на часть этой суммы (перенести исторический убыток на будущее). Для предприятия Х, у которого в 2011–2017 гг. в отчетности отражался непокрытый убыток на общую сумму 87 715 005 руб., следствием будет уменьшение налоговой базы по НДС в течение нескольких лет после получения чистой прибыли по результатам года.

Предприятиям, переходящим на НДС также следует внимательно относиться к распределению издержек в группе. Налоговые органы расширили перечень контролируемых сделок и сосредоточили внимание на внутригрупповых расходах, беря в расчет то, что компаниям теперь выгодно увеличивать издержки субъекта – плательщика НДС. Контролируемыми сделками по правилам трансфертного ценообразования стали признаваться сделки между российскими взаимозависимыми лицами, если хотя бы одна из сторон сделки является плательщиком НДС и доходы (расходы) по сделке учитываются при определении налоговой базы по НДС. При этом сумма доходов по таким сделкам за год должна превышать 60 млн руб. [7].

Сложный процесс администрирования НДС неизбежно приведет к разногласиям с налоговыми органами, поэтому необходимо ответственно подходить к переходу на новый режим налогообложения. Учитывая добровольный характер такого перехода, важно своевременно отслеживать формирующуюся нормативную базу, в частности разработанные ФНС России приказы, касающиеся порядка представления налоговых деклараций, согласования порядка распределения расходов и другие [7].

Таким образом, проведенное исследование показывает, что применение НДС несет за собой значительный выигрыш для предприятий, получавших убытки с 2011 г. и производящих добычу на тех участках недр, степень выработанности которых мала. В этом случае, переход на НДС будет выгодным по причине снижения коэффициентов по НДСП и уменьшения налоговой базы НДС. Появляется возможность вовлечь в разработку запасы, экономически неэффективные в действующей налоговой системе. Но для тех предприятий, у которых степень выработанности больше и которые уже активно ведут добычу нефти с положительным финансовым результатом по окончании года, может оказаться, что переход на НДС не будет экономически целесообразным.

Список литературы

1. Баландина А. С. Современные тенденции формирования налоговых платежей для нефтегазового сектора РФ // Вестник ТГЭУ. 2017. № 2 (82). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-formirovaniya-nalogovyh-platezhey-dlya-neftegazovogo-sektora-rf>.
2. Кородюк И. С., Трофимов С. Е. Нефтегазовый комплекс России как объект государственного регулирования // Baikal Research Journal. 2017. № 2.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neftegazovyy-kompleks-rossii-kak-obekt-gosudarstvennogo-regulirovaniya>.

3. Выгон Г. В., Рубцов А. С., Ежов С. С. Основные направления налоговой реформы нефтяной отрасли // VYGON Consulting. 2017. URL: https://vygon.consulting/products/issue-816/?sphrase_id=1456.

4. Палувина А. С. Налогообложение добычи нефти в современной России: проблемы и перспективы // Научные записки молодых исследователей. 2016. № 4-5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nalogooblozhenie-dobychi-nefti-v-sovremennoy-rossii-problemy-i-perspektivy>.

5. Налоговый кодекс РФ (Часть 2): федер. закон от 05.08.2000 № 117-ФЗ (ред. от 26.12.2014) // СПС «КонсультантПлюс».

6. Маркова А. В. Особенности налогообложения коммерческих организаций (на примере нефтегазового комплекса Республики Саха (Якутия) // Молодой ученый. 2016. № 2. С. 537–540. URL: <https://moluch.ru/archive/106/25054>.

7. Микулин А. А. Налог на дополнительный доход для нефтяной отрасли: новые стимулы и новые риски // Российская газета бизнес. 2018. С. 28. URL: <https://www.pgplaw.ru/news/article/the-tax-on-additional-income-for-oil-industry-new-stimuli-and-new-risks>.

8. Коллегия Минэнерго России 2017. Выступление Министра энергетики Российской Федерации Александра Новака. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/7707>.

9. Тургенева В. В. Коммерсант: нефть и газ. Приложение № 230 от 13.12.2018. URL: <https://www.kommersant.ru/apps/117810>.

10. Кочерженко И. Н. Государственная поддержка нефтяной отрасли // Молодой ученый. 2017. № 45. С. 181–185. URL: <https://moluch.ru/archive/179/46285>.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОСВЕННЫХ РАСХОДОВ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Э.В. Васильева*

Научный руководитель Т.В. Кожина
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день в Российской Федерации основную долю поступлений в бюджет обеспечивает промышленность по производству и переработке углеводородов, и она является ведущей в стране. Для того чтобы оставаться таковой, она должна постоянно модернизировать свое производство и осуществлять разведку новых месторождений. Все это предъявляет особые требования к организации бухгалтерского учета в данной отрасли, который бы соответствовал современным нормам и тенденциям его развития. Еще в 1998 г. была принята программа реформирования бухгалтерского учета [1], целью которой являлось приведение национальной системы бухгалтерского учета в соответствие с требованиями рыночной экономики и международными стандартами финансовой отчетности. При этом только в 2011 г. было введено в действие ПБУ 24/2011 «Учет затрат на освоение природных ресурсов» [2], которое устанавливает порядок формирования в бухгалтерском учете и раскрытия в бухгалтерской отчетности организаций, являющихся юридическими лицами по законодательству Российской Федерации, пользователей недр информации о затратах на освоение природных ресурсов. Однако появление данного нормативно-правового акта не решило всех проблем учета геологоразведочных работ, так как он определяет лишь некоторые правила учета и оценки поисковых затрат и рассматривает учет фрагментарно. Основным недостатком данного документа, по нашему мнению, является то, что не был учтен технологический процесс деятельности геологоразведочных организаций. Как известно, комплекс геологоразведочных работ технологически разделяется на определенные этапы. Первый – региональный, целью которого является изучение основных закономерностей геологического строения слабо исследованных осадочных бассейнов и их участков и отдельных литолого-стратиграфических комплексов. Второй этап – поисково-оценочный, целью которого является обнаружение новых месторождений нефти и газа или новых залежей на ранее открытых месторождениях и оценка их запасов. Третий – разведочный, на котором изучаются характеристики месторождений, а также уточняются промысловые характеристики эксплуатационных объектов в процессе разработки [3]. В процессе любого этапа, например, может производиться бурение структурных и параметрических скважин, могут оформляться права на осуществление деятельности на месторождениях, геологическая информация о недрах, то есть появляться материальные объекты и нематериальные активы. Введенное ПБУ регулирует порядок признания и

* © Васильева Э.В., 2019

оценки поисковых затрат, возникающих только на последних двух этапах. Еще одним недостатком, по мнению авторов, является то, что в нем не были учтены наработки, которые существовали в советские годы, когда отдельные счета были не только для учета затрат по этапам геологоразведочных работ, но и для учета финансирования, что позволяло контролировать произведенные расходы. Поэтому вопросы по учету геологоразведочных работ остаются, и эти вопросы весьма актуальные. Для разрешения назревших проблем необходимо не только ориентироваться на существующую технологическую последовательность геологоразведочных работ, но и соотнести ее и с бухгалтерской классификацией расходов. Только после приведения их в единое целое можно говорить о формировании системы бухгалтерского учета именно геологоразведочных работ.

По нашему мнению, для того, чтобы построить эту систему, необходимо обратиться к классификации расходов по времени их признания [4], в рамках которой затраты делятся на текущие, которые признаются сегодня и сейчас, и капитализируемые, которые осуществляются сегодня, но будут подлежать признанию в будущих периодах, при этом часть будет капитализироваться и признаваться через амортизацию, а у второй части основание для признания возникнет только тогда, когда непосредственно начнется добыча полезного ископаемого. В связи с этим возникает вопрос: как учитывать все эти расходы? Необходимо идентифицировать эти расходы не только по виду, но и по месту их возникновения. Так один и тот же расход в разных ситуациях может быть и текущим, и капитализируемым. Например, для признания заработной платы в составе текущих (капитализируемых) расходов необходимо знать категорию персонала и вид выполняемых им работ. Если заработная плата начисляется геологу за осуществление им геологических работ, не относящихся к возникновению, например, скважин или особых прав, то это будет однозначно текущий расход. Если начисляется заработная плата бурильщику, то она будет полностью относиться к капитализируемому расходу, так как она будет влиять на стоимость будущей скважины, а вот заработная плата начальника геологической партии будет распределяться между текущими и капитализируемыми, поскольку она имеет отношение как к созданию новых объектов, так и к расходам текущего периода. Таким образом, вышеизложенное подтверждает, что часть затрат можно отнести к текущим (капитализируемым) по прямому признаку, в качестве которого выступают конкретные виды выполняемых работ, а другую часть, включая расходы, связанные с организацией, управлением и обслуживанием геологического процесса, необходимо предварительно распределять между данными группами расходов пропорционально выбранной базе.

Авторами работы предлагается следующий механизм распределения затрат процесса геологоразведочных работ, предполагающий несколько этапов. На первом осуществляется идентификация расходов по предложенным критериям, а на втором производится выбор обоснованных баз распределения тех расходов, которые нельзя классифицировать по прямому признаку.

Согласно данной системе непосредственно к распределяемым расходам будут относиться: заработная плата главного инженера геологической партии,

отчисления, предусмотренные законодательством по соответствующему работнику, транспортные затраты (поскольку транспорт может использоваться как для доставки управленческого персонала, лаборантов, инженеров, так и доставки геологического оборудования, работников, непосредственно работающих на скважине и т.д.), затраты на рекультивацию земель и др.

Для начала необходимо распределить расходы по технологическим этапам с помощью баз распределения, а затем уже внутри этапа также с помощью базы часть из них отнести на текущие затраты, а часть на капитализируемые. Экономически обоснованный выбор базы поможет максимально точно определить стоимость создаваемого актива, а также оценить затраты текущего периода. Существует множество баз распределения, среди которых часто используются переменные или прямые затраты, применимые к организациям с высокой долей переменных затрат в общих операционных затратах, объемы произведенной продукции в натуральном выражении, которые применимы для производств, создающих серийную продукцию, сопоставимую между собой по технологии изготовления и расходам, выручка от реализации продукции, которая применена практически для всех отраслей, заработная плата основного производственного персонала и другие. По мнению авторов, для распределения расходов по этапам можно использовать сметную стоимость работ по этим этапам. После этого для расходов на содержание и эксплуатацию оборудования, включающих расходы по ремонту скважин и оборудования к ним, амортизацию по наземному и подземному оборудованию (станки-качалки, вышки, фонтанная арматура, тракторы-подъемники и др.), стоимость материалов, используемых при уходе за оборудованием, заработная плата рабочих и др. использовать количество машино-часов работы оборудования. Для общепроизводственных расходов, включающих оплату труда общепроизводственного персонала геологоразведочных подразделений и отчисления на социальные нужды, расходы на подготовительные работы для проведения геологоразведочных работ, на опытно-пробную эксплуатацию геологоразведочных скважин и др., использовать отработанные машино-смены. Для общехозяйственных расходов, включающих заработную плату аппарата управления, расходы на амортизацию, ремонт и содержание зданий и сооружений, использовать сметную стоимость работ этапа, применительно к которому распределяются затраты. Транспортные расходы, включающие ГСМ, амортизацию по ним, ремонт и т.д., распределять пропорционально времени в пути, согласно путевым листам.

Выделение классификационных признаков осуществления геологоразведочных работ, по мнению авторов, позволяет группировать затраты по соответствующим местам их возникновения, что обеспечивает более дифференцированное и достоверное отражение на счетах, а также усиливает контроль над затратами. В заключение хотелось бы отметить, что сделать правильный выбор методики распределения косвенных затрат можно на основе детального анализа видов и структуры затрат, а наиболее обоснованный выбор базы распределения косвенных расходов позволяет более точно оценивать текущие затраты и затраты, формирующие стоимость создаваемых активов.

Список литературы

1. Об утверждении Программы реформирования бухгалтерского учета в соответствии с международными стандартами финансовой отчетности): постановление Правительства РФ от 06.03.1998 № 283 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Положение по бухгалтерскому учету «Учет затрат на освоение природных ресурсов» (ПБУ 24/2011): утв. приказом Министерства финансов РФ от 06.10.2011 № 125н // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.
3. Об утверждении временных положения и классификаций: Приказ МПР РФ от 07.02.2001 № 126// КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.
4. Большой бухгалтерский словарь / Под ред. А. Н. Азрилияна. М.: Институт новой экономики, 1999. 574 с.
5. Вахрушина М. А. Бухгалтерский управленческий учет: учебник. 7 изд., стер. М.: Омега-Л, 2010. 569 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ РАСХОДОВ В ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Д.В. Зражевская*

Научный руководитель С.А. Козлова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Одной из функций управления как процесса является контроль. Государственное управление не является исключением. Контроль позволяет выявить проблемы, чтобы в дальнейшем разработать мероприятия по их устранению или минимизации.

Аудит эффективности как тип финансового контроля осуществляется с целью определения эффективности использования государственных средств, полученных проверяемыми организациями и учреждениями для достижения запланированных целей, решения поставленных социально-экономических задач и выполнения возложенных функций. Стандарт финансового контроля № 104 закрепляет, что эффективность использования бюджетных средств находит отражение в трех категориях: экономичность, продуктивность и результативность [1]. Экономичность считается достигнутой, если проверяемый объект достиг требуемых результатов с использованием наименьшего объема ресурсов или более высоких результатов с применением заданного объема средств. Продуктивность выполняется, если затраты ресурсов на единицу произведенной продукции и оказанной услуги не превышают значение плановых показателей. Результативность определяется путем сравнения достигнутых и запланированных экономических результатов использования государственных средств [1].

Успех проведения аудита эффективности зависит от ряда факторов, среди которых можно отметить качественный предварительный анализ проверяемого объекта, профессиональную компетентность проверяющих, учет особенностей деятельности объекта, точное определение критериев оценки эффективности. При постановке целей аудита эффективности необходимо использовать риск-ориентированный подход, а именно проверять те направления использования бюджетных ресурсов, в которых наблюдается высокий риск неэффективного использования. Важно обратить внимание на выбор критериев оценки эффективности. Они должны быть объективными, четкими, сравнимыми, соответствовать поставленным целям аудита, не иметь двусмысленности [1]. Количество и выбор критериев оценки может отличаться в зависимости от проверяемого объекта, однако важно учитывать фактор достаточности для формирования заключения по итогам проверки.

Конкурентоспособность экономики – один из ключевых факторов успеха повышения благосостояния региона. В 2013 г. в Красноярском крае была у-

* © Зражевская Д.В., 2019

верждена государственная программа «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». Первой целью является повышение конкурентоспособности продукции сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности, производимой в Красноярском крае, и обеспечение продовольственной безопасности региона [2]. В рамках данной программы действует девять подпрограмм, направленных на решение различных проблем в области сельского хозяйства (технологическая модернизация, поддержка садоводства, кадровое обеспечение агропромышленного комплекса, развитие сельских территорий и другие).

Современное состояние отрасли сельского хозяйства можно считать неудовлетворительным. По данным службы государственной статистики индекс производства продукции в 2017 г. составил 94,4 %, в 2018 – 103,1 %, что ниже уровня 2016 г. на 0,2 п. п. [3]. Размер посевных площадей сельскохозяйственных культур снижается на протяжении последних трех лет с 1 528 тыс. га в 2016 г. до 1 498 тыс. га в 2018 г. Валовой сбор картофеля в 2018 г. составил 936,1 тыс. центнеров, что ниже уровня 2016 г. на 22,5 % [3]. По валовому сбору пшеницы (озимой и яровой) наблюдается отрицательная тенденция: сбор снизился с 15 666 тыс. центнеров в 2016 г. до 11 428 тыс. центнеров в 2018 (на 27 %). Уровень обеспеченности сельскохозяйственной техникой в крае в настоящее время в несколько раз ниже, чем в 2000-х гг. Так, на 1 000 га в 2017 г. пашни приходится 2 трактора (в 2007 – 4 трактора, в 2000 – 7 тракторов) [3]. Нагрузка пашни на один трактор в 2017 г. по сравнению с 2015 выросла на 6 % (или на 25 га). На один зерноуборочный комбайн в 2017 г. приходится 381 га посевов, в 2015 – 356 га, в 2007 – 218 га [3]. Такая статистика свидетельствует о необходимости государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий и ставит вопрос об эффективности реализации государственной программы по развитию сельского хозяйства в Красноярском крае.

Данным вопросом заинтересовалась Счетная палата Красноярского края, и в 2017 г. органом была проведена проверка эффективности использования средств краевого бюджета, направленных на достижение цели повышения конкурентоспособности продукции сельского хозяйства. По итогам проверки было выяснено, что 822 млрд руб. было использовано с нарушением принципа эффективности, установленного ст. 34 БК РФ [4]. В 2016 г. в процессе реализации госпрограммы не были достигнуты 32 % показателей результативности и 17 % целевых показателей [4]. Меры государственной поддержки агропромышленного комплекса являются точечными, не имеют взаимосвязи друг с другом, не отвечают единой политике государственной поддержки сельского хозяйства. Кроме того, Счетная палата выделила проблемы, связанные с нормативно-правовым регулированием политики поддержки сельскохозяйственных производителей. По данным государственной службы статистики, объем производства сельскохозяйственной продукции за период с 2013 по 2018 г. изменялся разнонаправленно. Так, с 2013 по 2016 г. объем производства вырос с 69 млрд руб. до 102,6 млрд руб., 2017–2018 гг. характеризуются спадом объемов производства продукции, 93 и 76,5 млрд руб. соответственно.

Анализ деятельности контрольно-счетных органов регионов Сибирского федерального округа по вопросам аудита эффективности государственных программ, направленных на развитие сельского хозяйства, показал следующие результаты. В Омской области в ходе контрольных мероприятий выявлены финансовые нарушения на сумму 16 млн руб. [5]. Основными нарушениями являлись несоблюдение законодательства о контрактной системе в сфере закупок (5,7 млн руб.), условий предоставления грантов (4,4 млн руб.), оплата работ по завышенной стоимости и неэффективное использование бюджетных средств на общую сумму 5,1 млн руб. [5].

В Иркутской области в рамках реализации подпрограммы «Поддержка начинающих фермеров в Иркутской области» были выявлены нарушения, связанные с предоставлением и использованием грантов. В частности, неправильно были определены некоторые победители конкурса (неправомерно были начислены баллы за наличие сельскохозяйственного образования при отсутствии такового, за наличие техники при отсутствии регистрации в службе Гостехнадзора). В результате чего было предоставлено грантов на сумму 5,7 млн руб. Кроме того, КСП Иркутской области отмечены факты нецелевого использования полученных грантов (использование денежных средств на покупку фунгицидных протравителей, субсидии на приобретение которых предусмотрены другой подпрограммой области; отдельными фермерами не представлены либо представлены недостоверные отчеты об использовании средств) [6].

Согласно отчету Счетной палаты Кемеровской области в 2017 г. была проведена проверка эффективности использования средств в рамках подпрограммы «Поддержка малых форм хозяйствования» программы «Государственная поддержка агропромышленного комплекса и устойчивого развития сельских территорий в Кемеровской области на 2014–2019 годы». По итогам мероприятий было выявлено неэффективное использование бюджетных средств (нарушение ст. 34 БК РФ) в размере 8,66 млн руб. [7].

В Новосибирской области основные нарушения, связанные с реализацией программы поддержки сельского хозяйства, выражаются в нарушении порядка предоставления субсидий. Так, выявлено непредоставление субсидий при наличии неиспользованных бюджетных средств в размере 48 млн руб., превышение предельного объема господдержки сельскохозяйственных организациям на общую сумму 14,7 млн руб., неэффективное использование 29,9 млн руб., вызванное сокращением объемов господдержки отрасли льноводства и банкротством основных производителей [8].

Обобщая результаты проведенного анализа, можно сказать, что в Сибирском федеральном округе наблюдается отрицательная тенденция эффективности использования бюджетных средств, направленных на реализацию госпрограмм по развитию сельского хозяйства. Не во всех субъектах округа в 2017–2018 гг. деятельность контрольно-счетных органов охватила проблему аудита эффективности в области поддержки сельского хозяйства. Однако в Планах Счетной палаты республики Хакасия, Томской области на 2019 г. предусмотрена такая проверка. Таким образом, неэффективное использование бюджетных

средств, направленных на поддержку сельского хозяйства в регионах СФО, может привести в обострению проблемы продовольственной безопасности округа и страны в целом. Что, в свою очередь, негативно скажется на состоянии экономической безопасности регионов и государства.

Список литературы

1. СФК 104. Проведение аудита эффективности использования государственных средств: протокол решения Коллегии Счетной палаты РФ от 09.06.2009 № 31К // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Паспорт государственной программы Красноярского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». URL: <http://www.krskstate.ru/realization/gosprog/0/id/16467>.
3. Управление Федеральной службы государственной статистики по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва : сайт. URL: <http://krasstat.gks.ru>.
4. Счетная палата Красноярского края : сайт. URL: <http://spkrk.ru>.
5. Отчет о деятельности Контрольно-счетной палаты Омской области в 2018 году. URL: http://www.kspomskobl.ru/uploads/Otchet_za2018.pdf.
6. Отчет о деятельности Счетной палаты Иркутской области. URL: http://irksp.ru/?page_id=952.
7. Отчет о деятельности контрольно-счетной палаты Кемеровской области за 2017 год. URL: <http://www.kspko.ru/pages/inform>.
8. Отчет о деятельности Контрольно-счетной палаты Новосибирской области. URL: https://ksp.nso.ru/sites/ksp.nso.ru/wodby_files/files/page_91/godovoy_otchet_za_2017_god.pdf.

КРИТЕРИИ ВЫБОРА КРЕДИТНОГО ПРОДУКТА ЗАЕМЩИКАМИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

Д.А. Колбашев*

Научный руководитель О.Н. Владимирова
доктор экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В статье «Проблемы кредитования малого и среднего бизнеса» [3] авторами были рассмотрены требования, предъявляемые банками к потенциальным заёмщикам сектора малого и среднего бизнеса (МиСБ), на основе чего были сделаны выводы о столкновении интересов кредитных организаций (КО), преследующих цель минимизировать риски, и малых предприятий, которые из-за специфики деятельности неспособны в большинстве случаев удовлетворить условия кредитора. Сектор МиСБ – одно из перспективных направлений кредитования, соответственно, банку требуется предложить линейку продуктов, которые на рынке могли бы в максимально полном объёме удовлетворить потребности клиентов, тем самым обеспечив конкурентоспособность КО.

КП – это программы по кредитованию, разработанные банками-кредиторами. Каждый банк-кредитор разрабатывает и внедряет такие КП, которые, по его мнению, могут принести наибольшую прибыль и будут соответствовать профилю и общей направленности банка на рынке банковских и кредитных услуг. Из определения следует, что КП является не только источником покрытия расходов и обеспечения положительного финансового результата, но и своего рода индикатором кредитной политики банка – он показывает, насколько последний открыт, или требователен к своим заёмщикам.

В свою очередь, выстраивание кредитной политики банка зависит от факторов, обусловленных как рыночной средой, в которой функционирует КО, так и финансовым состоянием самой организации. В данном случае в качестве ключевого показателя, составляющего основу деятельности банка, выступает капитал. Поэтому при составлении обзора КП были отобраны 10 банков, ранжированные в порядке убывания величины капитала, где представлены банки, активно занимающиеся кредитованием на территории Красноярского края. Результаты обзора представлены в табл. 1, 2 (составлены по информации, представленной на сайтах банков и Интернет-холдинга «www.banki.ru» по состоянию на 04.04.2019).

Данные табл. 1, 2 фиксируют, что первые пять позиций занимают банки с государственным участием. Указанный факт обуславливает то, что логичная, на первый взгляд, зависимость размера капитала и процентных ставок не реализуется на практике.

* © Колбашев Д.А., 2019

Условия беззалогового кредитования

Банка	Размер капитала	Минимальная ставка	Сумма	Цели	Срок	Дополнительные условия
ПАО «Сбербанк»	4 199 610 040 руб.	От 15,5 %	От 100 тыс. руб. до 5 млн руб.	Рефинансирование	От 3 месяцев до 3 лет	Годовая выручка до 60 млн руб., а также ИП с годовой выручкой до 400 млн руб.
ВТБ (ПАО)	1 553 783 388 руб.	от 13 % до 16 %	От 500 тыс. руб. до 5 млн руб.	На любые бизнес-цели	До 5 лет	Поручительство обязательно, предоставление залога по желанию клиента; гражданство РФ; срок ведения бизнеса не менее 1 года; ограничения по видам деятельности и городам действия программы
ГПБ (АО)	704 801 110 руб.	–	–	–	–	–
АО «Россельхозбанк»	471 894 625 руб.	Процентная ставка зависит от сроков кредитования	До 2 млн руб.	Закупка товарно-материальных ценностей, оплата арендных платежей	До 3 лет	Обязательное страхование жизни и здоровья заемщика в пользу банка в случае, если заемщиком по кредиту является ИП (в т. ч. ИП – глава КФХ)
АО «Альфа Банк»	429 337 420 руб.	От 14 до 17 %	От 300 тыс. руб. до 10 млн руб.	Пополнение оборотных средств; приобретение, ремонт и реконструкция основных средств	–	Срок ведения бизнеса не менее 12 месяцев на дату подачи заявки на предоставление кредита; возраст 22–65 лет
ПАО «Росбанк»	131 850 412 руб.	Без обеспечения – только овердрафт				
ПАО «Бинбанк»	61 346 674 руб.	Отсутствуют данные на сайте				

Банка	Размер капитала	Минимальная ставка	Сумма	Цели	Срок	Дополнительные условия
«Азиатско-тихоокеанский банк»	10 210 776 руб.	18–19 %	До 2 млн руб.	Любая	До 2 лет	ФЛ, получающее прибыль от ПД / участник хозяйственного общества, имеющий право на получение части прибыли такого общества, предназначенной для распределения между его участниками, в доле не менее 25 % от объема распределяемой прибыли; срок существования бизнеса для собственника юрлица от 12 мес.; положительный финансовый результат деятельности в среднем за последние 3 месяца до даты обращения за кредитом
Банк «Левобережный» (ПАО)	7 866 200 руб.	15,90 %	До 1,5 млн руб.	Инвестиции/пополнение оборотных средств/неотложные нужды	До 3 лет	Выручка заёмщика до 60 млн руб.
АО АИКБ «Енисейский объединенный банк»	578 828 руб.	От 22 % годовых	–	Пополнение оборотных средств	От 6 до 12 месяцев (включительно)	Кредит предоставляется клиентам банка, имеющим расчетный счет, открытый не ранее 6 месяцев со дня предоставления заявки на кредит с ежемесячными оборотами. Для юрлица – поручительство основных собственников бизнеса; для ИП – поручительство физлица; обязательное предоставление поручительства (не менее 50 % от суммы кредита) Центра поддержки малого и среднего бизнеса г. Красноярска и Красноярского регионального агентства поддержки малого и среднего бизнеса

Условия кредитования с залогом

Банк	Размер капитала	Минимальная ставка	Сумма	Цели	Срок	Доп. условия
ПАО «Сбербанк»	4 199 610 040 руб.	От 11,0 %	Более 5 млн руб.	Приобретение сырья и полуфабрикатов для производства; пополнение товарных запасов; осуществление текущих расходов в рамках бизнеса; погашение текущей задолженности перед другими банками	24 мес.	Предоставляется ИП и малым предприятиям с годовой выручкой не более 400 млн руб.
ВТБ (ПАО)	1 553 783 388 руб.	От 6 %	до 150 млн руб.	На залоговое имущество.	До 10 лет	Первоначальный взнос – не менее 20 % стоимости приобретаемого имущества
ГПБ (АО)	704 801 110 руб.	–	–	–	–	–
АО «Россельхозбанк»	471 894 625 руб.	Процентная ставка зависит от срока кредитования	Не ограничена, зависит от финансового состояния заемщика	Пополнение оборотных средств, в т. ч. закупка ТМЦ, товаров для использования их в собственной производственной деятельности и/или в целях реализации; оплату работ, услуг, налогов и сборов	До 2 лет	Поручительство акционеров/участников, владеющих блокирующим пакетом акций

Банк	Размер капитала	Минимальная ставка	Сумма	Цели	Срок	Доп. условия
АО «Альфа Банк»	429 337 420 руб.	Отсутствует на сайте				
ПАО «Росбанк»	131 850 412 руб.	Отсутствует какая-либо информация о процентных ставках.				
ПАО «Бинбанк»	61 346 674 руб.	8,90 %	От 300 тыс. руб. до 999 млн руб.	Пополнение оборотных средств	От 6 до 60 мес.	Допускается наличие необеспеченной части кредита
«Азиатско-тихоокеанский банк»	10 210 776 руб.	18–19 % -0,5 п. п., если кредит обеспечен залогом свыше 50 %; -0,5 п. п. при поручительстве юрлица, собственником которого является заемщик; -1 п. п. при кредитовании на покупку авто/спецтехники и предоставлении в залог приобретаемого имущества и его страховании (каска)	500 000–15 000 000 до 2 000 000 руб. без залога	Любая	От 1 год и 1 мес. до 5 лет	Место расположения бизнеса и государственная регистрация на территории субъекта РФ, в котором расположен банк или подразделения банка; программа только для несезонного бизнеса
Банк «Левобережный» (ПАО)	7 866 200 руб.	11,40 %	Свыше 20 млн руб.	Инвестиции/полнение оборотных средств/неотложные нужды/рефинансирование	До 120 мес.	-

Банк	Размер капитала	Минимальная ставка	Сумма	Цели	Срок	Доп. условия
АО АИКБ «Енисейский объединенный банк»	578 828 руб.	От 20 % годовых	От 150 тыс. руб. до 2 млн руб.	На приобретение оборудования для использования в хозяйственной деятельности	От 6 до 24 месяцев (включительно)	Для юрлиц – поручительство основных собственников бизнеса; для ИП – поручительство физического лица. Первоначальный взнос – не менее 25 % от стоимости оборудования

В частности, ПАО «Сбербанк», занимающий первую позицию, демонстрирует консервативную кредитную политику, касающуюся и залогового кредитования в том числе, что выражается в виде размеров ставок, суммы и сроков кредитования. Исключение составляет «Газпром», который помимо ключевого ориентирования на обслуживание физических лиц, в разрезе корпоративных клиентов предлагает проектное и структурное финансирование, актуальное для промышленных предприятий. Также стоит отметить данные по «Альфа-банку», который традиционно позиционирует себя, как один из самых лояльных.

Последние пять позиций включают в себя два региональных банка: «Енисейский объединенный банк» и Банк «Левобережный», демонстрирующий общую рыночную тенденцию, устанавливая свою процентную ставку на уровне 15 %, однако в случае с «Енисейским банком» наблюдается прямая зависимость между сравнительно небольшим размером капитала и завышенной величиной процентной ставки, находящейся «не в рынке», даже при условии обеспеченного кредита. Стоит учитывать также специфику данной организации, направленной преимущественно на обслуживание муниципальных и государственных предприятий.

Таким образом, выявить общую тенденцию, исходя из критерия размера капитала нельзя, так как банки, пусть и представленные как универсальные, всё же имеют свои приоритеты в обслуживании, делая те или иные сферы развития целевыми. Не учитывать потребности клиентов банк не может, ведь в противном случае говорить о его конкурентоспособности не представляется возможным.

Для того чтобы определить, какие критерии для клиентов МиСБ являются ключевыми при выборе банка-кредитора, был проведён опрос, где в качестве

респондентов были выбраны 10 корпоративных клиентов Банка «Левобережный». Результаты опроса представлены в табл. 3.

КП имеет стандартные характеристики долгового финансового инструмента: возвратность, срочность и платность – однако по результатам опроса нельзя сказать, что данные аспекты являются определяющими при выборе заёмщиком банка-кредитора. В данном случае самая часто отмечаемая причина обусловлена не только нежеланием нести ответственность у заёмщиков своим имуществом, но и особенностью самого МиСБ, где наибольшая доля (30 %) приходится на предприятия сферы торговли.

Таблица 3

Результаты опроса клиентов Банка «Левобережный»

Причина выбора банка-кредитора	Количество ответов
1. Беззалоговое кредитование	6
2. По рекомендации	3
3. Более низкие требования к объёмам деятельности	2
4. Низкая процентная ставка	1
5. Возможность получить необходимую сумму в наличной форме	1
6. Одобрение без наличия кредитной истории	1
7. Комплексное обслуживание (ранее был открыт расчётный счёт)	1

Также среди важных критериев отмечается лояльность банка к предприятиям, чьи обороты и величины финансовых результатов сравнительно невелики – на сегодняшний день, ряд стабильно функционирующих организаций не может воспользоваться кредитными услугами в крупных банках, так как их объёмы деятельности не соответствуют «проходным» условиям, в результате чего потенциально хорошие заёмщики остаются без финансирования. Устранение завышенных требований к клиентам, в совокупности с предыдущими моментами, даёт рост репутации и положительного «рекламного статуса» для обслуживающего банка, что также немаловажно, учитывая современную доступность обмена информацией.

Существует много критериев и направлений совершенствования «привлекательности» кредитных программ: банки акцентируют внимание на минимальном пакете документов для рассмотрения, скорости принятия решения, возможностью дистанционной работы с клиентом и т. д. На данные аспекты потенциальные клиенты также обращают внимание, однако необходимость таких мероприятий во многом вторична для сектора МиСБ. С точки зрения финансовой политики в данном направлении Банком России в своём проекте основных направлений развития финансового рынка РФ на период 2019–2021 гг. отмечены сдвиги в сторону стандартизации, как требований, так и условий кредитования МиСБ. Такие действия, по мнению регулятора, позволят упростить взаимодействие КО с сектором МиСБ, снизить риски и повысить финансовую устойчивость банков, что в итоге приведёт к снижению ставок и дополнительно

простимулирует предприятия для кредитования. Но действительность такова, что в большинстве случаев заёмщик делает выбор в пользу гибкости и открытости КО для сотрудничества, что позволяет учесть специфику бизнеса, а следовательно, и сильные его стороны.

Список литературы

1. Владимирова О. Н., Гаврильченко Г. С. Проблемы сбалансированного развития инновационной и инвестиционной деятельности региональной экономической системы // Научное обозрение. 2014. № 9-2. С. 562–567.
2. Гаврильченко Г. С. Проблемы банковской сферы требуют перемен // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 6. С. 38–43.
3. Колбашев Д. А. Проблемы кредитования малого и среднего бизнеса // Концепция «общества знаний» в современной науке. 2018. С. 127–130.
4. Владимирова О. Н., Руйга И. А., Кацик Д. Е. Совершенствование процедуры отбора региональных инвестиционных проектов в системе предоставления государственной поддержки на примере Красноярского края // Проблемы современной экономики. Евразийский международный научно-аналитический журнал. 2013. № 3. С. 353–356.

ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К РЕГУЛИРОВАНИЮ БАНКОВСКОГО СЕКТОРА РФ

А.Г. Леонтьева*

Научный руководитель Г.С. Гаврильченко
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Цели государственного регулирования российской банковской системы в большей степени влияют на происходящие изменения в составе и структуре банковского сектора экономики, а также на динамику обеспеченности банковскими услугами населения и организаций.

Предметом исследования в данной статье стали происходящие изменения в результате перехода банковской системы РФ к пропорциональному регулированию кредитных организаций.

Профессиональное банковское сообщество не приняло однозначного решения о положительности внедрения «пропорциональности» банковской системы РФ, вследствие этого рассмотрение данного вопроса является актуальным.

В декабре 2018 г. закончился переходный период, вследствие которого все российские банки разделились на банки с базовой и универсальной лицензией. У банков была возможность преобразоваться в статус «универсальных», если они нарастят капитал до уровня 1 млн руб., иначе изменить свой статус на банк с базовой лицензией, либо на небанковскую кредитную организацию.

По состоянию на конец 2018 г. ЦБ изменило 149 функционирующих банков на банки с базовыми лицензиями. Три банка с универсальной лицензией сменились на небанковские кредитные организации.

У банков с базовой лицензией значительно упрощается процесс подачи отчетности и раскрытия информации. Такие банки должны передавать в Центральный банк только два норматива достаточности капитала: достаточность собственных средств (Н1.0) – минимум 8 процентов, достаточность основного капитала (Н1.2) – минимум 6 процентов, один норматив ликвидности (Н3) – минимум 50 процентов, а также максимальный размер риска на одного заемщика или группу связанных заемщиков (Н6) – максимум 20 процентов, максимальный размер риска на связанное с банком лицо (группу лиц) – максимум 20 процентов. Банки с базовой лицензией освобождены от норматива финансового рычага и надбавки к нормативам. Соблюдение нормативов должно быть ежедневным.

В связи с размером капитала такого рода банков и из-за повышенных рисков им запрещается проводить ряд операций с иностранными лицами и открывать счета в иностранных банках. А также с 6 января 2019 г. вступило в силу

* © Леонтьева А.Г., 2019

указание ЦБ РФ У-4979 от 27.11.2018 о расширении перечня операций с ценными бумагами, которые банки с базовой лицензией могут проводить.

Ключевыми клиентами таких банков являются малый и средний бизнес, а также население, которые не всегда легко получают услуги в крупных универсальных банках.

Пропорциональная банковская система позволит сформировать бизнес-модель банков с базовыми лицензиями, что должно обеспечить доступность региональных банков и тем самым развить региональные банковские инфраструктуры [1].

В представленной таблице приводятся некоторые изменения в требованиях к банкам, действующие на данный момент. Наиболее существенным признаком пропорционального регулирования банков является дифференциальные требования к величине их собственных средств, поскольку их дифференциация по набору разрешенных банковских операций не существенна.

Таблица

**Сравнительная характеристика показателей,
требующихся от коммерческих банков**

Показатель	Банк с универсальной лицензией	Банк с базовой лицензией	Комментарии и предложения для банков с базовой лицензией
Минимальный размер уставного капитала для вновь образованного банка	1 млрд руб.	300 млн руб.	Установить период действия данной величины (например, на 5 лет)
Размер собственных средств для действующего банка	Минимальный размер – 1 млрд руб.	Не менее 300 млн, не более 3 млрд	Большой «плюс» в трансформации банка с базовой лицензией в «универсальный»
Достаточность капитала для покрытия рисков (ликвидность)	Действуют нормативные ограничения: норматив достаточности капитала – Н1.0; норматив достаточности базового капитала – Н1.1; норматив достаточности основного капитала – Н1.2	Действуют нормативные ограничения: норматив достаточности капитала – Н1.0; норматив достаточности основного капитала – Н1.2 (проект)	Оставить для банков с базовой лицензией только норматив достаточности капитала Н1.0, как отношение суммы собственных средств к активам, взвешенным по уровню кредитного риска, к величине рыночного риска и риска по условным обязательствам кредитного характера. Освобождение от Н1.0 позволит банкам избавиться от сложных, незначимых оценок в силу ограниченного перечня проводимых операций

Показатель	Банк с универсальной лицензией	Банк с базовой лицензией	Комментарии и предложения для банков с базовой лицензией
Уровень риска ликвидности	Действуют нормативы ограничения: норматив мгновенной ликвидности – Н2; норматив текущей ликвидности – Н3; норматив долгосрочной ликвидности – Н4. Стандарты, установленные БКБН (Базель 3): норматив (показатель) краткосрочной ликвидности); норматив (показатель) чистого стабильного финансирования	Действует норматив ограничения Н3	К нормативу Н3 следует добавить норматив (показатель) краткосрочной ликвидности по Базелю 3. Базельский норматив определяется на основе прогноза денежного потока для периода с признаками финансового стресса. Данный расчет повысит качество управления ликвидностью, что актуально для любого банка

К какому бы уровню не относился коммерческий банк, он несёт одинаковое бремя по величине рисков. Но банки с базовой лицензией всё же меньше защищены в должной степени от крупных кредитных рисков в силу их ограниченности представляемых показателей. [3]

В связи с происходящими изменениями в банковской деятельности можно сделать некоторые выводы.

1. Повышение требований к минимальной величине собственных средств банков привело к большой концентрации банковского бизнеса в крупных «универсальных» банках, что ведет к сокращению на рынке средних и малых коммерческих банков, тем самым снизилась доступность банковских услуг в регионах.

2. Происходящее стремление законодательства к пропорциональному регулированию функционирования банков создаст почву для формирования банковской системы РФ «второго уровня». Такая система положительно скажется на производительных силах в регионах, создаст новые рабочие места на региональных производствах [2].

3. Потенциальная возможность трансформации «базовых» банков в «универсальные» позволит без лишней спешки произвести рост, как по перечню банковских операций банка, так и в капитале в целом.

Несмотря на некоторые противоречия во мнениях по поводу введения пропорционального разграничения банков, надо признать, что оно позволит создать устойчивую региональную банковскую систему, которая будет соответствовать специфике региона. В такой системе большое внимание должно быть уделено коммерческим банкам, зарегистрированным в данном регионе,

имеющих достаточное количество капитала и активов для финансовой независимости региона.

Целью деятельности региональных банков должно быть не «выжимание прибыли» как таковой, а трансформация средств населения конкретного региона в инвестиции преимущественно социального характера этого региона, то есть действовать, в том числе, в интересах населения. К таким можно отнести строительство, ремонт, модернизация ЖКХ, кредиты малоимущему населению по приемлемой процентной ставке, либо на специальных условиях, и т. д. [4]

Однако, Центральному банку, как главному финансовому регулятору страны, стоит усилить внимание на развитие конкурентной почвы на рынках региональных банковских организаций, с использованием разработанной системы разрешенных и запрещенных операций, восполнением банковских ресурсов через механизм рефинансирования, имея под собой цель: развитие социально-экономических показателей региона.

Список литературы

1. Навой А. В. Современная региональная экономическая интеграция: основные тренды и противоречия // Деньги и кредит. 2017. № 4. С. 24–32.
2. Орешкина Д. А. Банки с базовой лицензией // Банковские услуги. 2018. № 5. С. 21.
3. Дорофеев Н. Г. Почему продолжают рушиться кредитные организации // Банковское дело. 2018. № 2. С. 60.
4. Бушмин Е. В. Добросовестная конкуренция в банковском секторе Российской Федерации // Федерализм. 2018. № 2. С. 5–17.

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ФИНАНСОВО-ИНВЕСТИЦИОННОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДОМОХОЗЯЙСТВ РОССИИ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

В.В. Пузикова*

Научный руководитель М.А. Конищева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Одной из проблем развития российской экономики является недостаток финансовых ресурсов, который особенно ярко отражается на состоянии реального сектора экономики. Восполнение этого недостатка требует привлечения внутренних и внешних инвестиционных ресурсов. К внутренним инвестициям относятся ресурсы государства, корпораций и домашних хозяйств, а к внешним – иностранные капиталы [1].

В современных экономических условиях домашние хозяйства обладают не только высоким уровнем самостоятельности в принятии финансовых решений, но и достаточным объемом финансовых ресурсов, которые практически не задействованы в развитии инвестиционного потенциала страны. В то же время для экономики развитых стран характерно формирование инвестиций долгосрочного характера преимущественно за счет финансовых ресурсов корпораций и сбережений домашних хозяйств, соответственно доли которых обеспечивают порядка 60 % и 30 % всех капиталовложений. Также наблюдается зависимость между долей сбережений в располагаемом доходе домашних хозяйств и темпами роста экономики, что доказывается опытом зарубежных стран. Например, значительные темпы роста экономики в период 1960–1980 гг. были характерны для стран с высокой долей сбережений в личных доходах: Японии (до 20 %), ФРГ, Франции, Италии (11–12 %) [2].

Существующая недооценка важнейшего ресурсного потенциала экономического развития экономики страны – сбережений домохозяйств и отсутствие эффективной политики вовлечения финансовых ресурсов сектора домашних хозяйств в процесс инвестиционного роста экономики определяет актуальность исследования финансово-инвестиционной деятельности домашних хозяйств в целях изучения факторов, влияющих на поведение домашних хозяйств и определения комплекса мер, способствующего максимизации вовлечения сбережений домохозяйств в инвестиционные процессы страны.

Динамика сбережений домохозяйств в Российской Федерации с 2010 до 2017 г. представлена на рисунке и наглядно свидетельствует о росте размера сбережений в среднем на члена домашнего хозяйства в месяц почти в два раза.

* © Пузикова В.В., 2019

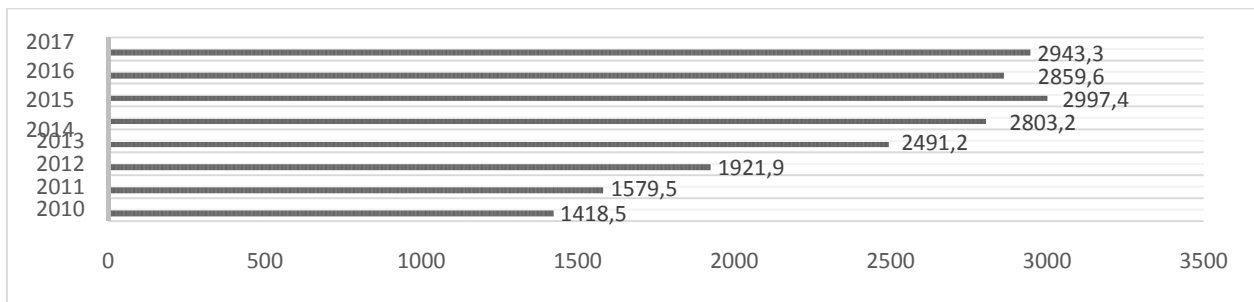


Рис. Динамика сбережений домохозяйств в Российской Федерации в среднем на члена домашнего хозяйства в месяц

В последнее десятилетие в связи с ростом доходов домашних хозяйств наметилась тенденция возрастания их роли как субъектов инвестиционной деятельности. С одной стороны, домашние хозяйства капитализируют часть своих доходов, направляя их в различные финансовые институты и в реальное производство. С другой стороны, увеличение потребления домохозяйств также выступает фактором, косвенно способствующим росту инвестиций через увеличение платежеспособного спроса на рынке товаров и услуг [3].

Нестабильность геополитической обстановки, ухудшение экономической ситуации в стране, падение курса национальной валюты, рост безработицы – все эти факторы существенно скорректировали финансовое поведение населения в настоящее время. Российские домохозяйства активизировали свои потребительские и сберегательные стратегии, апробированные ими в последние двадцать лет реформ.

Динамика структуры расходов населения России в 2014–2017 гг., представленная в табл. 1, демонстрирует негативную динамику. Так, в период с 2014 по 2017 г. на накопления в виде вкладов и инвестиций в ценные бумаги, покупку валюты и прирост остатков наличности направлялось от 11,8 % (минимум) до 18,5 % (максимум) от общего объема денежных средств населения. В 2017 г. доля сбережений понижается в связи с ростом расходов на приобретение товаров и услуг, оплату обязательных платежей и взносов.

Таблица 1
Динамика структуры расходов населения РФ в 2014–2017 гг., %*

Год	Покупка товаров и оплата услуг	Оплата обязательных платежей и взносов	Сбережения без покупки валюты	Покупка валюты	Сбережения всего
2014	75,3	11,8	6,9	5,8	12,7
2015	71,0	10,9	14,3	4,2	18,5
2016	73,1	11,2	11,1	4,0	15,1
2017	74,9	11,8	8,1	3,7	11,8

* Составлено по данным сайта Федеральной службы государственной статистики: www.gks.ru [4].

Использование денежных доходов населения на накопление сбережений во вкладах и ценных бумагах, покупку валюты и прирост денег на руках у на-

селения (в процентах от общего объема денежных доходов) представлено в табл. 2.

Таблица 2

**Динамика структуры денежных накоплений населения РФ
по состоянию на январь 2018-2019 гг.**

Показатель	Январь 2018		Январь 2019		Отклонение		Темп роста, %
	сумма, млрд руб.	уд. вес, %	сумма, млрд руб.	уд. вес, %	сумма, млрд руб.	уд. вес, %	
Всего накопленных	30 788,5	100,00	33 683,1	100,00	2 894,6	–	109,40
Остатки вкладов	20 640,8	67,04	22 348,4	66,35	1707,6	-0,69	108,27
Остатки наличных денег	5 349,5	17,38	6 315,2	18,75	965,7	+1,37	118,05
Ценные бумаги	4 798,2	15,58	5 019,5	14,9	221,3	-0,68	104,61

* Составлено по данным сайта Федеральной службы государственной статистики: www.gks.ru [4].

Лидирующую позицию в структуре накоплений (более 60 %) занимают остатки вкладов, которые относятся к группе консервативных инструментов организации накоплений. Вместе с тем за 2018 год доля денежных средств, вкладываемых в указанный вид сбережений, незначительно понизилась, одновременно с повышением доли остатков наличных денег на руках у населения. Следовательно, консервативный подход к организации сбережений преобладает над более современными (и более рискованными) инвестиционными инструментами, о чем свидетельствует низкая доля (около 15 %) вложений в ценные бумаги.

Использование таких инструментов требует от домохозяйств не только финансовых, но и значительных образовательных, информационных и даже психологических ресурсов. Также в причины неширокого распространения данного подхода можно отнести отсутствие традиций и навыков инвестирования и недоверие к финансовым институтам.

Исследование показало, что в настоящее время финансовые ресурсы населения практически не выступают в качестве инвестиций, и сбережения домохозяйств направлены преимущественно в финансовый сектор, что обусловлено невысоким уровнем риска и высокой скоростью оборота капиталов по сравнению с инвестициями в реальный сектор экономики. Выбор гражданами сберегательно-инвестиционных инструментов осуществляется на основе ряда параметров: это и доступность того или иного способа хранения и приумножения денег, наличие определенного финансового опыта, представления о выгоды и надежности тех или иных финансовых инструментов, и знание (а чаще – незнание) механизмов функционирования рынка и др.

Большие объемы неорганизованных сбережений и обычных депозитов свидетельствуют о том, что среди домашних хозяйств роль субъективных и психологических факторов при формировании сбережений остаётся высокой и

при этом неуклонно растёт. В сложившихся условиях необходимо совершенствование механизмов функционирования финансовых институтов, разработка и проведение грамотной политики в сфере сбережений, которая будет направлена на разъяснение основ финансового планирования и инвестирования.

Таким образом, именно государство должно играть главную роль в процессе стимулирования активного вовлечения сбережений домохозяйств в экономический оборот в качестве важного инвестиционного ресурса для экономического роста и модернизации экономики России. Формирование направления государственной политики должно определяться пониманием факторов и мотивов, в соответствии с которыми домохозяйства не способны в полной мере удовлетворить инвестиционные потребности национальной экономики. В соответствии с данными факторами направления государственной политики должны включать меры правового, экономического и социального характера. К правовым мерам можно отнести формирование условий функционирования и эффективного развития финансовых рынков, законодательная защита инвестиционных вложений граждан, развитие системы государственного страхования и поддержки инвестированных сбережений. К экономическим мерам следует отнести рост доходов и повышение уровня жизни населения, а также развитие системы сбережений, которая будет характеризоваться высокой доходностью и надёжностью, при минимальных затратах для самого инвестора. В состав социальных мер должно войти восстановление доверия населения к финансовым институтам и повышение финансовой грамотности населения наряду с повышением доступностью финансовых услуг для домохозяйств.

Список литературы

1. Калпун А. А. Финансы домашних хозяйств: сущность и роль в развитии инвестиционного потенциала России // Вестник АГТУ. 2015. С. 85.
2. Понявкин С. М. Национальный инвестиционный потенциал сбережений населения // Российское предпринимательство. 2008. № 9. С. 47–51.
3. Ворохобова О. А., Кириллова Л. Н. Роль финансов домохозяйств в России [Электронный ресурс] // Экономический журнал. 2010. № 3. URL: <http://www.economicarggu.ru>.
4. Доходы, расходы и сбережения населения [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru>.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ СОСТАВЛЕНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ БЮДЖЕТОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Ю.Р. Швед*

Научный руководитель С.А. Самусенко
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Россия обладает огромным потенциалом в лесопромышленной сфере, ведь на её территории произрастает около 24 % мировых лесных ресурсов [1]. Развитие лесопромышленных комплексов является актуальной темой для современной экономики. Проблема бюджетирования рассматривалась В. А. Кожиным в учебном пособии «Бюджетирование» [2] и А. А. Белостоцким в учебном пособии «Бюджетное планирование и прогнозирование» [3]. С практической точки зрения данная тема была упомянута Ю. А. Камко в статье «Бюджетирование на предприятиях лесопромышленного комплекса» [4].

Усовершенствование процедур бюджетирования будет рассмотрено на примере лесопромышленного комплекса АО «Краслесинвест». Он включает в себя лесопильное производство, пеллетный завод, целлюлозный комбинат, работает производство строганого погонажа, столярной плиты, мебели.

Лесопромышленные комплексы характеризуются выделением подразделений в структуре организации. Это предполагает длительный процесс составления, согласования и повторного пересмотра бюджета, который делает бюджетирование сложной и многоэтапной процедурой. Усложнения процесса осуществляются дефицитом субординации, связывающей высшее руководство с линейными менеджерами. В этом случае рядовым исполнителям могут быть непонятны стоящие перед ними задачи, поэтому требуется периодическая корректировка бюджетов. Либо это может быть связано с отсутствием или слабостью контроля высшего руководства. Если делегировать обязанности по дополнительной проверке бюджетов, то число итераций в бюджетировании значительно сокращается за счет предварительного одобрения бюджетов. Планирование и первичная корректировка бюджетов должны происходить в подразделениях, а высшее руководство в этом случае анализирует лишь исполнение общих бюджетов.

Отсутствие или слабость системы внутреннего контроля также влияет на процесс бюджетирования. Эта система обеспечивает обратную связь в виде отчетов от подразделений. Процедуры системы внутреннего контроля могут выявить негативные тенденции, которые в будущем могли бы привести к убыткам. Например, необходим контроль за эффективным использованием оборудования, которое влияет на уровень производственной мощности; анализ заключенных договоров с подрядчиками, которые используются для формирования

* © Швед Ю.Р., 2019

затрат; контроль за списанием материалов. Внутренний аудит позволяет внести своевременные корректировки в некорректный учет, включая заполнение первичных документов, учетных регистров, а в дальнейшем и отчетности об исполнении бюджетов.

В операционном бюджете планирование объемов производства осуществляется на основе данных, полученных из бюджета продаж. Однако лесопромышленные комплексы используют в качестве материалов ограниченные и возобновляемые ресурсы (лес). Кроме того, на величину объема производства могут влиять природные условия, которые изменяют качество добываемого ресурса. Поэтому бюджет производства должен быть первичным и составляться на основе баланса производственных мощностей и данных об объемах добытых ресурсов, которые, в свою очередь, подразделяется на разные виды и сорта. А уже на основе бюджета производства будет составляться план продаж, который позволяет сформировать представление об объемах и сроках реализации запасов (пиломатериалов, лесоматериалов) (рисунок).

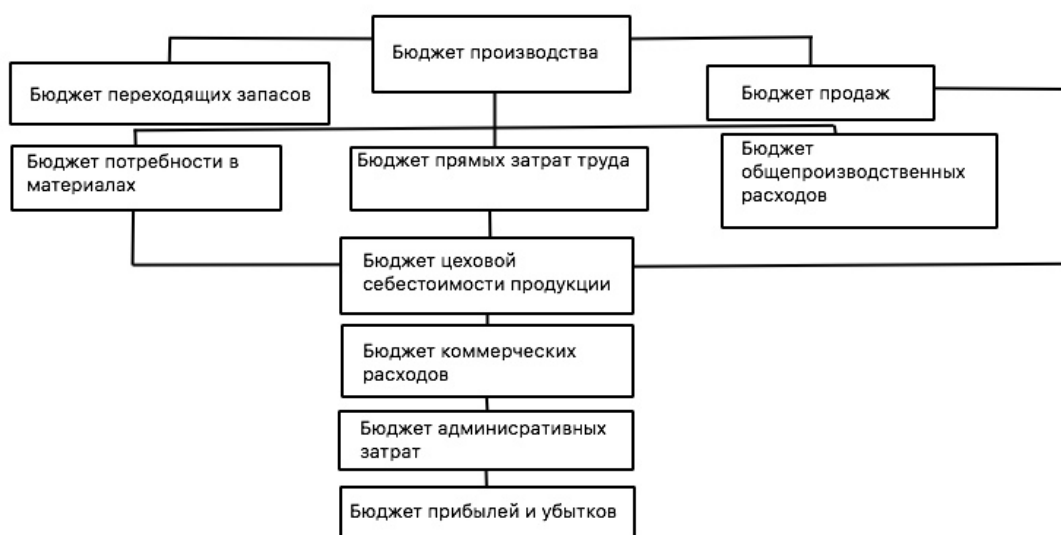


Рис. Структура операционного бюджета предприятия лесопромышленного комплекса

Еще одной отличительной особенностью составления бюджетов на предприятии лесопромышленного комплекса является планирование налогов. Так, на лесопромышленных комплексах часть продаж приходится на экспорт, который дает предприятию право на применение нулевой ставки НДС. Причем речь идет не об освобождении от уплаты НДС при осуществлении экспортных операций, а о применении ставки, равной 0%. Однако на самом деле наличие налоговой ставки как таковой, независимо от ее размера, дает организации право на получение налоговых вычетов. Для подтверждения обоснованности применения налоговой ставки 0% и получения налоговых вычетов при реализации товаров в налоговые органы представляется пакет документов в срок не позднее 180 дней, считая с даты помещения товара под таможенный режим экспор-

та (ст. 165 НК РФ) [5]. С точки зрения процесса бюджетирования это требует организации планирования начислений и возмещений НДС, что позволит понимать сроки оплаты налоговых обязательств и поступления от возмещений налога. В свою очередь, предприятием лесопромышленного комплекса в составе операционного бюджета требуется отдельный бюджет по НДС, а в составе финансового бюджета – график платежей по расчетам с бюджетом.

Таким образом, предложения по составлению операционных бюджетов на предприятии, которые могут применяться другими лесопромышленными комплексами, состоят в следующем: делегирование обязанностей по дополнительной проверке бюджетов, что позволит сократить число итераций в бюджетировании; первичное составление бюджета производства, на основе которого планируются продажи; планирование бюджета по НДС и использование графика платежей по расчетам с бюджетом.

Список литературы

1. Панова В. А. Лесопромышленный комплекс РФ и его конкурентоспособность на мировом рынке // Молодой ученый. 2015. № 24. С. 523–526.
2. Бюджетирование : учеб. пособие / В. А. Кожина, Т. В. Шагалова, И. С. Жесткова [и др.]. Н. Новгород : ННГАСУ, 2016. С. 245.
3. Белостоцкий А. А. Основы бюджетного планирования и прогнозирования. М. : LAP Lambert Academic Publishing, 2012. 312 с.
4. Камко Ю. А. Бюджетирование на предприятиях лесопромышленного комплекса // Альманах современной науки и образования. 2012. № 9 (64). С. 90–94.
5. Налоговый кодекс Российской Федерации (часть 2) : федер. закон от 05.08.2000 № 117-ФЗ ред. от 25.12.2018 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.

УЧЕТ РАСЧЕТОВ ПО ДОГОВОРУ ЭСКРОУ

А.А. Ярославцева*

Научный руководитель И.А. Полякова
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В связи с внесением Федеральным законом от 29.12.2017 № 442-ФЗ дополнений в Гражданский кодекс РФ [1] появилась возможность у экономических субъектов сферы производства, строительства и услуг [2] в осуществлении расчетов с использованием договора эскроу. Появление новых операций в хозяйственной жизни сопровождается созданием соответствующей информационной базы в первичном учете, организацией синтетического учета и отражением в отчетности новых фактов хозяйственной деятельности.

Актуальность темы определяется тем, что методические аспекты учета расчетов по договору эскроу для участников – коммерческих организаций не нашли должного отражения ни в нормативных документах четвертого уровня, ни в экономической литературе. Хотя правовая природа договора эскроу раскрывается в экономической литературе [3–7], порядок бухгалтерского учета активно рассматривается лишь с точки зрения кредитных организаций, поскольку до недавнего времени только банки имели право выступать эскроу-агентами.

Целью исследования явилось построение модели отражения на счетах расчетов по договору эскроу. Поскольку учетные процедуры обусловлены отражением экономических отношений в отчетных показателях, задачами исследования являлось изучение правовой сущности договора эскроу, выбор на ее основе методических подходов к организации учета.

Сущность расчетов по договорам эскроу состоит в создании финансового инструмента, который дает возможность передать право собственности на активы при наступлении определённых событий. Механизм работы этого договора призван обеспечить снижение риска при совершении сделок. Покупатель снижает риск получения некачественного имущества, услуг. У продавца повышается уверенность в оплате, отсутствует необходимость начисления резерва по сомнительным долгам [8]. Рассмотрим преимущества договора эскроу.

1. Договор эскроу интересен малознакомым участникам сделки для получения гарантии платежа при невысоком доверии к контрагенту. В отличие от отзывного аккредитива счет эскроу закрывается только после согласия всех сторон сделки: депонента (покупателя), бенефициара (продавца) и эскроу-агента.

2. Договор эскроу выгодно отличают от аккредитива более гибкие условия, определяемые участниками сделки, а не регламентируемые Банком России.

3. Эскроу-агент может выступать экспертом по контролю качества соблюдения условий сделки, отслеживая ее выполнение от начала до конца. Ак-

* © Ярославцева А.А., 2019

кредитив предполагает формальную проверку банком документов без контроля их по существу.

Рассмотрим особенности учета расчетов у участников договора эскроу. Предметом договора является услуга агента по депонированию денег или имущества. Условно в договоре можно выделить следующие процедуры: передача денег или вещей эскроу-агенту, хранение и передача денег или имущества бенефициару при возникновении оснований, обусловленных договором.

Когда депонент передает эскроу-агенту имущество, то он не теряет на него право собственности, поэтому у депонента имущество с синтетического счета не списывается, а отражается на отдельном субсчете как переданное на хранение агенту, в забалансовом учете нужно показывать выданное обеспечение обязательств.

Эскроу-агент обеспечивает сохранность имущества и его передачу бенефициару только при соблюдении условий договора. Проверка условий сделки может осуществляться как формально по документам, так и по существу. Эти функции агента подлежат оплате на условиях, предусмотренных договором.

В случае если эскроу-агент это банк, то открывается счет эскроу для хранения денежных средств, полученных от депонента в целях их передачи бенефициару при выполнении условий. Агенты, не являющиеся банками, хранят деньги депонента на номинальном счете. Полученные деньги и имущество в качестве предмета договора не могут рассматриваться как средство платежа за услуги.

В учете эскроу-агента имущество, переданное на депонирование, учитывается обособлено от его собственного имущества. Законодательство предписывает отражать его на отдельном балансе или вести по нему обособленный учет. Представляется, что у эскроу-агента целесообразно открыть забалансовый счет 008 «Обеспечения обязательств и платежей полученные» для учета полученного имущества, поскольку согласно ст. 926 Гражданского кодекса агент несет ответственность за утрату и порчу полученного имущества.

Гражданский кодекс указывает на основания прекращения договора: смерть эскроу-агента, признание его недееспособным, ограниченно дееспособным или безвестно отсутствующим, ликвидация эскроу-агента, являющегося юридическим лицом и т. д. Депонент и бенефициар могут также уведомить эскроу-агента о расторжении договора эскроу. Такое уведомление должно быть совместным, то есть выражать волеизъявление как депонента, так и бенефициара, и составлено в письменной форме. Порядок возврата имущества при прекращении договора эскроу досрочно предполагает его возврат депоненту, а при соблюдении всех условий имущество следует передать бенефициару. По окончании договора в бухгалтерском учете депонент и агент закрывают забалансовые счета и составляют типовые проводки по выполнению основных условий договора. Методика отражения расчетов на счетах для случая, когда договор эскроу является дополнительным для договора купли-продажи товара и эскроу-агент является коммерческой организацией, приведена в таблице.

Отражение на счетах расчетов по договору эскроу

Факты хозяйственной жизни	Бухгалтерские записи у участников договора		
	депонент	эскроу-агент	бенефициар
Перечислены деньги депонентом эскроу-агенту	Д 76 К 51	Д 55/4 К 76 (на отдельном балансе)	×
Отражено обеспечение обязательства по договору	К 009	Д 008 (за отдельным балансом)	×
Отгружены товары депоненту	Д 41 К 60	×	Д 62 К 90/1
Перечислены деньги эскроу-агентом бенефициару	Д 60 К 76	Д 55/4 К 76 (на отдельном балансе)	Д 51 К 62
Списано обеспечение обязательства по договору	Д 008	К 009 (за отдельным балансом)	
Начислено и перечислено вознаграждение эскроу-агенту	Д 44 К 76 Д 76 К 51	Д 76 К 90/1 (91/1) Д 51 К 76 (на балансе основной деятельности)	Д 44 К 76 Д 76 К 51

Составленная модель отражения на счетах является дискуссионной, она предлагает открытие нового субсчета 55/4 «Номинальный счет», предписывает разделить операции у эскроу-агента на учитываемые на основном и отдельном балансе. Дальнейшая проработка вопросов учета на этом участке должна вестись в направлении организации документооборота.

Таким образом, на основе анализа правовой базы нами предложены рекомендации по выбору счетов при формировании методики учета расчетов у участников договора эскроу. Предлагаемый подход позволит сформировать учетную политику для целей бухгалтерского учета у участников расчетов, поскольку соответствует требованиям российских и международных стандартов.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации: в 2 ч. [Электронный ресурс] : федер. закон от 26.01.1996 № 14-ФЗ ред. от 29.07.2018. URL: КонсультантПлюс: справ.-прав. система URL: <http://www.consultant.ru>.
2. Владимирова О. Н., Дягель О. Ю. Сфера услуг как подсистема экономики: сущность, специфика, классификация // Вестник Алтайской науки. 2012. № 3. С. 61–68.
3. Ерохина М. Г. Новое в законодательстве: счета эскроу // Власть закона. 2014. № 4. С. 92–98.
4. Карчевский С. П. Новые виды банковских счетов: открытие и функционирование // Расчеты и операционная работа в коммерческом банке. 2014. № 2. С. 14–15.
5. Кондрашин А. В. Отражение операций по эскроу-счету в бухгалтерском учете // Вопросы современной экономики и менеджмента: свежий взгляд и новые решения : сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2016. С. 120–123.
6. Мерабишвили Е. Счет эскроу по российскому праву: плюсы новой конструкции // Международные банковские операции. 2018. № 2. С. 25–34.

7. Чураков Р. С. Эскроу-счет по российскому праву // Закон. 2007. № 8. С 27–34.

8. Полякова И. А., Заркова О. В. Учетная политика по созданию резерва по сомнительным долгам // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 134–138.

Психолого-педагогические проблемы современного образования

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ МОДЕЛИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Н.М. Алимова*

Научный руководитель В.В. Коршунова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время особое внимание в системе образования уделяется дополнительному образованию детей. Под дополнительным образованием принято понимать развитие, воспитание и образование детей, которое характеризуется свободой выбора направления, образовательной программы, вида деятельности. В отличие от основного образования, дополнительное образование выходит за рамки обязательного и приобретает межведомственный характер. Это значит, что сегодня дополнительные общеобразовательные программы могут реализовывать не только учреждения дополнительного образования, но и дошкольные, учреждения культуры, спорта и молодежной политики, а также общеобразовательные учреждения. Таким образом, система дополнительного образования детей выступает как самостоятельный источник образования, способствующий достижению ключевых компетенций в различных видах деятельности [1].

Особенности интеграции основного и дополнительного образования в современной школе проявляются через добровольное использование обучающимися свободного от уроков времени с целью развития индивидуальных способностей каждого; в свободе выбора программы дополнительного образования; в творческом характере всего образовательного процесса.

На сегодняшний день существуют несколько моделей реализации дополнительного образования в общеобразовательной школе.

Первая модель представляет собой случайный набор кружков, секций и иных творческих объединений, исходя из имеющихся в школе кадровых и материально-технических ресурсов. В данном случае стратегия дополнительного образования в школе не прорабатывается. Данная модель самая распространенная.

Вторая модель может быть внутренне организованной, но как единая система она не функционирует. Некоторые дополнительные программы в будущем могут войти в основную образовательную программу учебного заведения.

Третья модель предполагает тесное сотрудничество школы и учреждений дополнительного образования. В образовательном процессе эти учреждения реализуют одну разработанную совместно дополнительную программу. Важным здесь является профессионализм кадров общеобразовательного учрежде-

* © Алимова Н.М., 2019

ния, так как они включены в осуществление деятельности по совместно разработанной дополнительной программе.

В интеграции основного и дополнительного образования наиболее эффективной является четвертая модель. Эта модель существует в учебно-воспитательных комплексах. Для реализации модели создается внутренняя инфраструктура дополнительного образования в школе. Присуща такая модель современным микрорайонам со слабо развитой инфраструктурой, с большой численностью населения [2].

На сегодняшний день в г. Красноярске активно развивается инфраструктура вновь появляющихся микрорайонов. Центром в них является новые общеобразовательные учреждения с численностью обучающихся более 2 000 человек. Современные школы, оборудованные по последнему слову техники, с большим процентом высококвалифицированных педагогических кадров являются основным местом организации обучения, воспитания, проведения досуга детей.

Воспитательный процесс в таких учреждениях оптимально организован через учебно-воспитательный комплекс, который включает в себя не только учебные и воспитательные центры, но и центры дополнительного образования детей.

Такой учебно-воспитательный комплекс существует в муниципальном автономном общеобразовательном учреждении «Средняя школа № 151» г. Красноярска. Система дополнительного образования в школе выстроена через созданное структурное подразделение, которое входит в состав воспитательного центра школы.

Анализ внутренних документов показал, что структурное подразделение Центр дополнительного образования «Талант» не является юридическим лицом и осуществляет свою деятельность на основании устава МАОУ СШ № 151 и положения о структурном подразделении, утвержденном директором. Назначение Центра дополнительного образования – организация и осуществление образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам.

Среди основных направлений деятельности можно выявить организацию учебно-воспитательного процесса в объединениях дополнительного образования детей, организацию культурно-массовых мероприятий для обучающихся, работу с педагогами дополнительного образования, внутренний контроль за учебно-воспитательной деятельностью.

Деятельность структурного подразделения регламентируется рядом внутренних нормативно-правовых документов, среди которых Положение об организации образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным общеразвивающим программам в МАОУ СШ № 151.

В данном документе закреплено осуществление образовательной деятельности по шести направлениям: техническое, социально-педагогическое, художественное, естественно-научное, туристско-краеведческое, физкультурно-спортивное. Перечисление программ, осуществляемых по данным направ-

лениям, закреплено Дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программой МАОУ СШ № 151.

В Центре дополнительного образования «Талант» реализуется 27 дополнительных общеобразовательных (общеразвивающих) программ по шести направлениям деятельности. Учебный план Центра дополнительного образования «Талант» МАОУ СШ № 151 определяет состав и структуру направлений, формы организации итоговой аттестации, объем видов деятельности для обучающихся школы.

Дополнительное образование МАОУ СШ № 151 укомплектовано профессиональными педагогическими кадрами, имеющими необходимую квалификацию. Всего в структурном подразделении 32 педагога дополнительного образования. Из которых доля внутренних совместителей составляет не более 10 %, доля внешних совместителей – не более 15 %. При этом доля обучающихся по дополнительным общеобразовательным (общеразвивающим) программам от общего количества составляет более 75 %.

Таким образом, в системе воспитательной работы дополнительное образование детей в МАОУ СШ № 151 выполняет общие поставленные задачи, организует внутреннюю воспитательную среду учреждения, досуг обучающихся микрорайона. Эффективность данной образовательной модели выражается в доле обучающихся в системе дополнительного образования (более 75 %), в количестве проведенных мероприятий (более 10 в год), в количестве победителей, призеров и участников конкурсов различных уровней организации (более 50 % от общего числа обучающихся в объединениях дополнительного образования), в наличии профессионального творческого ресурса (хореографическая студия «Увертюра», вокальная студия «Серебряные голоса», мастерская декоративно-прикладного искусства «Пуговка и ленточка» и т. д.).

Список литературы

1. Золотарева А. В. Состояние и проблемы кадрового обеспечения сферы дополнительного образования детей в России // Ярославский педагогический вестник. 2014. № 4. Т. 2. 2014. С. 178–188.

2. Буйлова Л. Н., Кленова Н. В. Организация дополнительного образования детей в школе // Справочник заместителя директора школы. 2015. № 2. С. 3–11.

ОСОБЕННОСТИ ШКОЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ ЧЕТВЕРОКЛАССНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

А.Е. Бабий*

Научный руководитель О.Н. Финогенова
кандидат психологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Четвертый класс является одним из рубежей в школьной жизни. Четвероклассник еще сегодня является старшим во всей начальной школе, на него равняются, ставят в пример, но уже совсем скоро он перешагнет на другой уровень – уровень средней школы, когда вновь окажется самым младшим в своем звене. Необходимо отметить, что в этот возрастной период у школьников деятельность общения начинает постепенно преобладать над учебной деятельностью. Поэтому школьники ищут сверстников по интересам в различных кружках, секциях, клубах. Большое количество детей приходит в детско-юношеские спортивные школы (ДЮСШ) в старшем младшем школьном возрасте и младшем подростковом. Особенностью таких школ является то, что наряду с учебной деятельностью в школе они включаются в спортивную деятельность, которая при правильной организации, обладает потенциалом для укрепления здоровья, воспитания волевых, интеллектуальных и нравственных качеств личности школьника.

Для совмещения этих двух деятельностей и успешного их выполнения четверокласснику как лицу достаточно самостоятельному (большинство секций, в которых занимаются обучающиеся, находятся достаточно в небольшой отдаленности от места жительства и учебы, они посещают их самостоятельно) необходимо достаточно большое количество энергии, затрат собственных ресурсов. Педагогу, психологу, тренеру очень важно отследить «тревожные звончки», свидетельствующие о проблемах в одном из видов деятельности. Поскольку наиболее важным для четвероклассника в силу его возраста все же является учебная деятельность [1], важно простроить образовательный маршрут таким образом, чтобы он способствовал возможности овладения ребенком всех требований соответствующих возрасту. Для этого ребенку необходимо иметь такой уровень адаптации к школе, который бы позволял максимально эффективно выполнять эти две важные для него деятельности.

У каждого человека, маленького и большого, есть самооценка. Нравственная самооценка определяет характер совершаемых поступков. Нравственная самооценка очень интересный компонент, поскольку состоит из понятий самооценки и нравственности. Самооценка позволяет ответить на вопрос: «мои действия вообще важны? Я что-то значу?», в то время как нравственность в детстве закладывается в нас извне через предсказание возможных последствий (через нравоучительные истории, сказки, рассказы и т. д.), или возможных последст-

* © Бабий А.Е., 2019

вий (реакция окружающих, родителей, близких и т. д.). Об этом пишет Л. И. Божович: «попытка сформировать у школьников определенные положительные качества требует такой организации поведения, которая побуждала бы ребенка действовать всегда определенным образом» [2]. В этих двух вариантах неизбежно влияние мнения общества на наши поступки. В понятии «нравственная самооценка» два компонента сосуществуют вместе, влияя друг на друга попеременно, повышая или понижая нашу самооценку и расшатывая или укрепляя нравственные основания.

Для четвероклассника все еще остается важной реакция на его поступки. Поэтому ощущение того, что «я важен и мои действия поддерживаются и одобряются обществом», может давать некоторый стимул, энергию для соблюдения баланса между двумя сферами деятельности – учебной и спортивной. Для поддержания такого баланса необходимы навыки самостоятельного планирования трудовой деятельности. Умение самостоятельно определять и контролировать нагрузку и «задачи дня» во многом определяют успешное урегулирование задач спортивных и учебных [3].

Рассматривая учебную деятельность учащихся-спортсменов, считаем нужным выделить два компонента, вовлеченность в которые может служить мотивом ходить в школу: непосредственно учебный мотив – стремление к получению знаний и социальный – желание участвовать в жизни класса, общение. Зачастую у школьников-спортсменов есть проблемы с включенностью в жизнь класса, поскольку их «вторая жизнь» может быть связана с участием в тех или иных соревнованиях, разъездах, они могут не участвовать в школьных и классных мероприятиях из-за излишней нагрузки. «Выпадение» из социальной жизни класса может сказываться на отношениях со сверстниками и учителями.

Поскольку учебная деятельность является ведущей для данного возраста, очень важным становится вопрос наличия стремления к получению знаний, особенно для школьников-спортсменов, которые имеют другую сферу интересов.

Целью нашей работы стало описание особенностей школьной адаптации четвероклассников, занимающихся спортом, для возможного использования в построении их индивидуальных образовательных маршрутов. Мы предполагаем, что существует специфика школьной адаптации четвероклассников, занимающихся спортом.

Исследование проводилось в срок с 15 ноября 2018 г. по февраль 2019 г. на базе МБОУ «Лицей № 8» города Красноярска. Выборку исследования составили обучающиеся 4 «А» и 4 «В» классов, занимающиеся спортом, и их одноклассники. Всего 35 человек: 16 мальчиков и 19 девочек. Из них занимающихся спортом – 16 человек, 19 человек – не занимаются.

В соответствии с обозначенными выше компонентами школьной адаптации нами были подобраны следующие методики.

1. «Мой класс» Т. А. Попова – предназначена для исследования включенности ребенка в общественную жизнь класса, поддерживаемые и разделяемые

обучающимся интересы и ценности класса, представление о коллективном единстве и осознание себя частью этого единства.

2. «Что я знаю о себе?» А. А. Логинова – исследование нравственной самооценки.

3. «Нравится ли мне учиться?» А. А. Логинова – исследование общего интереса к учению и мотивов учебной деятельности.

4. «Мое свободное время» А. А. Логинова – позволяет проанализировать степень сформированности навыков самостоятельной организации (планирования) собственной трудовой деятельности учащихся.

5. Карта наблюдения школьной адаптации Э. М. Александровской.

На рис. 1 представлено сравнение средних оценок некоторых характеристик школьной адаптации обучающихся-спортсменов и их одноклассников.

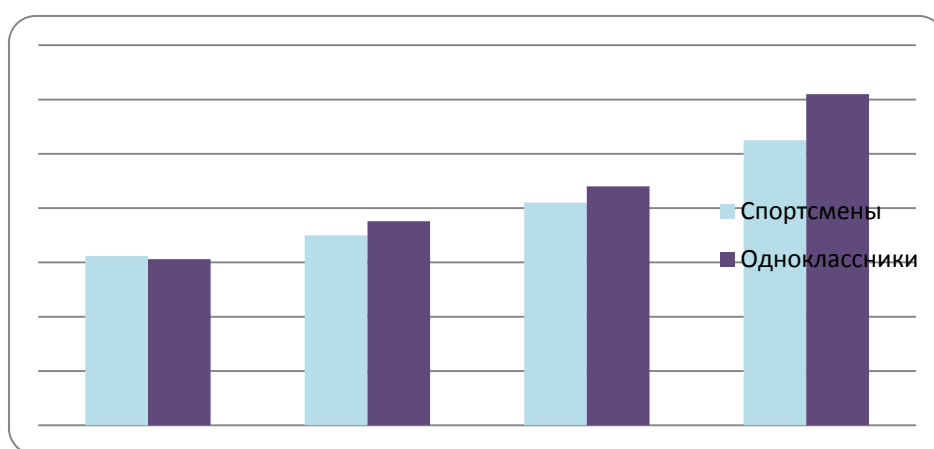


Рис. 1. Сравнение средних результатов учащихся, занимающихся и незанимающихся спортом

Средние результаты, представленные на рис. 1 свидетельствуют о том, что:

1) различия показателей характеристик школьной адаптации учеников, занимающихся спортом и не занимающихся спортом, не слишком велики, но наличествуют;

2) наиболее велики различия между учащимися-спортсменами и не спортсменами по более низким у спортсменов умениям самоорганизации трудовой деятельности: 5,2 балла у спортсменов и 6,1 средний балл у их одноклассников. Однако оба показателя соответствуют достаточной степени сформированности этого навыка;

3) все показатели школьной адаптации спортсменов, за исключением включенности в жизнь класса, ниже показателей их одноклассников, что может быть признаком следующих особенностей адаптации:

– спортсмены хуже других адаптируются к образовательной ситуации школы, вероятно, за счет слабо развитой самоорганизации;

– уровень включенности спортсменов в жизнь класса несколько выше, чем у их одноклассников;

– возможно, областью самореализации спортсменов является спорт, что снижает их школьную мотивацию.

Также было установлено, что четвероклассники, занимающиеся спортом, имеют гендерные особенности адаптации, которые представлены на рис. 2.

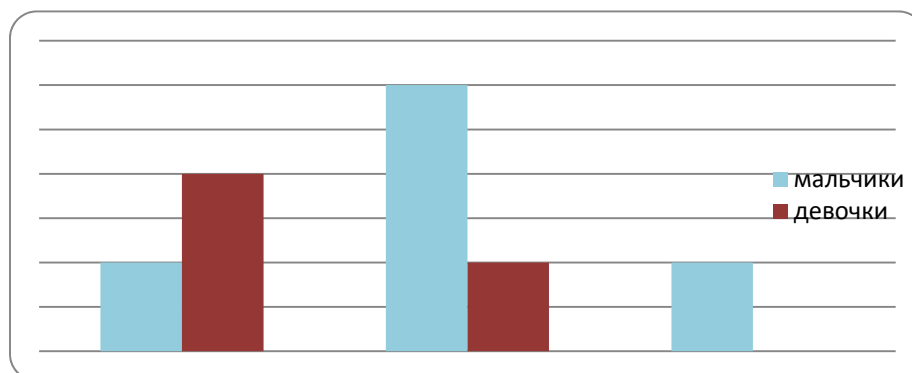


Рис. 2. Гендерные особенности адаптации спортсменов

Результаты, отображенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что девочки, занимающиеся спортом, имеют более высокий уровень школьной адаптации, чем мальчики-спортсмены. Показатели мальчиков, имеющих средний уровень школьной адаптации в половине случаев, в большей степени граничили с низкими показателями школьной адаптации, в то время как у девочек эти показатели были более близки к средним. Можно заключить, что в среднем уровень школьной адаптации девочек выше, чем у мальчиков.

Анализируя данные школьной адаптации и отдельные ее компоненты, были установлены некоторые особенности школьной адаптации учеников, занимающихся спортом.

1. В отношении включенности в жизнь класса:

– учащиеся, имеющие высокие показатели адаптации, показали низкую и среднюю включенность в жизнь класса;

– учащиеся, показавшие низкий уровень адаптации, имеют высокую включенность в жизнь класса, более того, в классе эти ученики представлены образом хулиганов, которые «стягивают» на себя внимание плохим поведением, конфликтами с учителями;

– учащиеся, имеющие средние показатели адаптации, показывают среднюю и высокую включенность в жизнь класса, однако важно отметить тот факт, что, ученики, показывающие пограничные с низким результаты адаптации (мальчики), имеют высокий уровень включенности в жизнь класса.

Таким образом, можно заключить, что степень включенности учащихся-спортсменов в жизнь класса зависит от уровня школьной адаптации: чем выше включенность в жизнь класса, тем ниже уровень школьной адаптации таких учеников.

2. В отношении самооценки:

– ученики с высокими показателями школьной адаптации имеют высокий и достаточный уровень самооценки;

– ученики с низким и средним показателем школьной адаптации имеют низкий уровень самооценки.

3. В отношении самоорганизации своей деятельности:

– ученики с высокими показателями школьной адаптации обладают высокими и достаточными умениями организации своей трудовой деятельности;

– ученики, показавшие средний уровень школьной адаптации, обладают достаточными и низкими навыками самоорганизации;

– учащиеся с низкими показателями школьной адаптации обладают низким уровнем умений организации своей трудовой деятельности.

В соответствие с этими данными были охарактеризованы типы школьной адаптации обучающихся-спортсменов.

1. Спортсмены с высоким уровнем школьной адаптации. У этих учеников есть достижения в спорте, которыми они гордятся, но жизнь класса их, как правило, не интересует. В то же время они достаточно охотно участвуют в школьных мероприятиях, олимпиадах, если у них остается на это время. Поскольку они имеют высокий навык к самоорганизации своей трудовой деятельности, своего дня, участие в каких-то проектах дается легко. Имея успех в спорте и оставаясь активными в учебной деятельности, они «загораются звездочками» для своих учителей, которые отмечают их лидерские способности и охотно могут просить о выполнении каких-то важных поручений. Они полностью принимают предъявляемые им школьные требования, учебный материал дается довольно легко. На уроках ведут себя прилежно, внимательно слушают учителя, способны к самоконтролю. Имея спортивные и другие достижения, занимают довольно высокое положение в классе.

2. Спортсмены со средним уровнем школьной адаптации. Могут иметь различные результаты в спорте, однако самими учениками они ощущаются как значимые. Такие ученики делают больший упор на занятия в спортивных секциях, однако им вполне хватает сил на совмещение учебной и спортивной деятельности, но, важно отметить, что учебные достижения их по большей части не интересуют, они выполняют лишь ту норму, которая необходима. Учебный материал дается сложнее, чем одноклассникам с высоким уровнем адаптации, но при повторении и дополнительном объяснении берутся за решение тех или иных задач.

3. Спортсмены с низким уровнем школьной адаптации. У таких ребят могут иметься или не иметься спортивные достижения. Во всяком случае, у них нет ощущения, что тот или иной результат, который они показывают в своей спортивной деятельности, значим. Некоторые и вовсе по большей части «сидят на скамейке запасных», тренер не обращает на них большого внимания. Собираемый образ таких детей в школе – «хулиган», задача которого привлечь внимание класса и учителя на себя любыми способами, стараются занять главенствующую позицию среди таких же хулиганов-одноклассников. Результаты в учебе не высоки, на уроках объясняемый учителем материал усваивается фрагментарно.

Список литературы

1. Давыдов В. В., Варданян А. У. Учебная деятельность и моделирование. Ереван : Луйс, 1981. 220 с.
2. Божович Л. И. Личность и ее формирование в детском возрасте. СПб. : Питер, 2008. 400 с. (Серия «Мастера психологии»).
3. Крутецкая В. Правила успеваемости и режим дня школьника. М. : Литера, 2013. 64 с.

«ФОРУМ–ТЕАТР» КАК МЕДИАТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ КОНФЛИКТОВ В ПОДРОСТКОВОМ ВОЗРАСТЕ

Н.В. Иванова*

Научный руководитель О. Г. Смолянинова
доктор педагогических наук, профессор, академик РАО

Сибирский федеральный университет

Подростковый возраст обычно характеризуют как переломный, переходный, критический. Согласно Л. С. Выготскому, подростковый возраст – это самый неустойчивый и изменчивый период. Подростковый возраст изучали российские и зарубежные ученые Н. А. Рыбникова, В. Е. Смирнова, И. А. Арямова, Б. Заззо, Л. И. Божович и Н. И. Крылова, Н. Н. Толстых и другие. Содержание подросткового периода С. Холл описывал как «кризис самосознания, преодолев который, человек приобретает «чувство индивидуальности». По Э. Шпрангеру, подростковый возраст – это «возраст вхождения в культуру». Э. Эриксон, считавший подростковый возраст самым важным и наиболее трудным периодом человеческой жизни, подчеркивал, что психологическая напряженность, которая сопутствует формированию целостности личности, зависит не только от физиологического созревания, личной биографии, но и от духовной атмосферы общества, в котором человек живет, от внутренней противоречивости общественной идеологии. В концепции Ж. Пиаже в подростковом возрасте окончательно формируется личность, строится программа жизни. Американский психолог Д. Элкинд выявил новые аспекты подросткового эгоцентризма. Дж. Марсия выделил четыре варианта развития идентичности в подростковом возрасте: неопределенная идентичность, предрешенная идентичность, психосоциальный мораторий, зрелая идентичность.

По словам Л. С. Выготского, механизмы поведения подростка начинают действовать в совершенно ином внутреннем и внешнем мире. Так, Выготский отмечает несколько наиболее ярких интересов подростков, которые он назвал доминантами: эгоцентрическая доминанта, доминанта дали, доминанта усилия, доминанта романтики.

О. В. Лишин, Г. А. Цукерман, Д. Б. Эльконин изучали условия воспитания моральной и интеллектуальной взрослости у подростков. Б. Д. Эльконин отмечал, что во всех вариантах развития и формирования взрослости действует общее правило: «Формирование взрослости возможно только через отношение старших к подросткам как уже в какой-то степени взрослым, а не маленьким».

По мнению С. А. Черкашиной, в период подростничества меняются особенности характера, личность подвергается серьезным переменам, происходит перестройка первоначальных базовых структур в новообразования, обусловлены противоречиям физиологического и психологического развития подростков, на фоне духовного созревания. Отсюда все опасности, сложности, трудности,

* © Иванова Н.В., 2019

конфликты, наиболее часто встречающиеся в подростковом возрасте. В результате отмечаются неадекватное поведение во взаимоотношениях с окружающими, противоречия в действиях и поступках, воспринимаемые взрослыми как отклонения от общепринятых норм [5].

Целью статьи является исследование возможностей педагогической интерактивной технологии «Форум-театр» при моделировании стратегий решения межличностных конфликтов среди подростков. Были выделены следующие *задачи исследования*:

1) проанализировать возможности интерактивной технологии «Форум-театра»;

2) изучить проблему конфликтной некомпетентности подростков в МАОУ СШ № 150;

3) промоделировать ролевые установки подростков в конфликтной кейс-ситуации, представленной в сценарии «Форум-театр»;

4) проверить результативность интерактивной технологии «Форум-театр» для развития конфликтной компетентности подростков.

Для реализации целей и поставленных задач были использованы следующие *методы исследования*: теоретические (анализ литературы по проблеме исследования); эмпирические (наблюдение, опрос, беседы, анкетирование); методы качественной и количественной обработки данных и интерпретационные методы.

Результаты исследования

Был проведен опрос среди учителей-предметников, классных руководителей, социальных педагогов, заместителя директора по учебно-воспитательной работе. В ходе опроса респонденты отвечали на вопрос: «Умеют ли подростки самостоятельно решать конфликтные ситуации?». Было установлено, что в МАОУ СШ № 150 происходят спорные ситуации между подростками, которые они самостоятельно решить не могут. Для разрешения конфликтов, подростки привлекают третью сторону (учителя, родители, совет профилактики и т. д.).

Был проведен опрос среди учащихся МАОУ СШ № 150, направленный на выявление наиболее частых субъектов подростковых конфликтов в образовательной среде школы. Результаты опроса показали следующие: 57,4 % учащихся ответили, что наиболее часто они конфликтуют с одноклассниками; 20,7 % указали наиболее частыми конфликты с родителями; 17,8 % – с учителями; 7,4 % – с посторонними людьми. Таким образом, подростки чаще всего конфликтуют друг с другом.

По мнению российских и зарубежных исследователей, эффективной педагогической технологией в профилактике и решении конфликтов в образовании является медиация. Одной из форм медиации является технология «Форум-театр» – эффективное деятельностное средство просвещения подростков о способах решения конфликтов.

Форум-театр был разработан Августо Боалем как интерактивная форма театра, главной целью которого является решение практически проблем в ходе

групповой работы и разыгрывания проблемных сцен, затрагивающий и актеров и зрителей. За всем процессом следит человек, который не является частью представления, а стоит за его пределами. При этом он может разговаривать как с актерами, так и со зрителями. В большинстве случаев его называют Джокер или модератор. Сами зрители занимают центральное место в форум-театре. Важно отметить, что в данном случае зрители не просто созерцают происходящее на сцене, а являются непосредственными участниками действия [1].

Исследование было реализовано на базе МАОУ СШ № 150 имени В. С. Молокова. В исследовании приняло участие 80 учащихся 7, 8, 9 классов в возрасте 13–15 лет. Было проведено три занятия. С целью выявления актуальности проведения исследования был проведен социальный опрос в школьной группе в Вконтакте/krsk150school. В опросе приняли участие 140 человек. Из них 59 % согласны на проведение такого мероприятия, 41 % отказались. Из этого мы можем сделать вывод, что больше половины подростков заинтересованы и готовы получать новые знания и компетенции продуктивного разрешения конфликта.

Моделирование конфликта в подростковой среде в формате интерактивной педагогической технологии «Форум-театр» происходило по следующему сценарию. Для подростков была разыграна конфликтная ситуация. В 9 класс пришел новый ученик, Ваня. Ему сразу понравилась девочка – его соседка по парте, Ксюша. Он начал оказывать ей знаки внимания. Девочка воспринимала его как друга, принимала шоколадки, помогала по учебе. Об этом узнал парень Ксюши – Петя. Мальчик явно недоволен повышенным вниманием нового одноклассника к его девушке и решает посоветоваться с лучшим другом – Егором. Тот «подливает масла огонь», предлагает решить вопрос «с применением физической силы». После школы Ваня и Петя сталкиваются. Между ними – препятствие, имеющее отношение уже к современной реальности: как будут развиваться отношения между конфликтующими за девушку подростками? Перед зрителями «Влюбленности» стоит гораздо более сложный вопрос: единственная ли эта проблема и как ее можно решить? [4].

Сначала проигрываются одна или несколько сцен (с проблемной ситуацией). Затем ситуация воспроизводится еще несколько раз. Это делается для того, чтобы зрители в любой момент времени могли сказать «стоп». Сцена останавливается, актеры замирают. Затем тот зритель, который остановил действие (почувствовав, что у него есть идея, как решить данную проблему), заменяет одного из актеров на сцене и пробует изменить ситуацию. Зрители активно влияют на ход развития событий, примерив на себя роль жертвы, помощника жертвы, помощника агрессора или наблюдателя, то есть любого актера, кроме агрессора.

Ситуация, проигрываемая на сцене, может быть остановлена в любой момент «форум-театра» и «перемотана» до точки, где зритель чувствует, что может вмешиваться. Внимание зрителей обращают на то, что не допускается замена такого игрока, который является ключевой фигурой в создании проблемы. Например, если человек является главным действующим лицом в проблеме, не

допускается решение проблемы просто заменой этого человека или превращения его в более дружелюбного и любящего [3].

По завершении форум-театра среди подростков (учащихся 7–9 классов) было проведено анкетирование для установления обратной связи и выявления результативности способов решения конфликта и их применения в реальной жизни.

Анализ эффективности внедрения технологии «Форум-театр» как средства просвещения подростков в области решения конфликтных ситуаций показал, что 55 % учащихся считают, что занятие было полезным, полученные знания пригодятся в жизни. Однако 23 % учащихся занятие не понравилось, они считают, что «Сама ситуация не проблема и они сами с легкостью решают подобные ситуации в жизни», 37 % учащихся отказались отвечать на анкету участника занятия ввиду своей занятости.

Результаты исследования показали, что технология «Форум-театр» является эффективным средством просвещения подростков в области решения конфликтов не более чем для 48 % подростков. Больше половины подростков-респондентов, участвующих в эксперименте, не проявили заинтересованности к данной интерактивной форме работы с конфликтом. Это свидетельствует о том, что требуются дальнейшие исследования и комплексная работа с проблемой конфликтности в подростковой среде, в том числе с использованием возможностей школьной службы медиации. К позитивным результатам следует отнести тот факт, что в процессе обратной связи подростки отметили «развитие уверенности в себе, возможность проиграть ситуацию за главных героев». Ряд учащихся выразили желание участвовать в будущем в качестве актеров в новых представлениях форум-театра.

Список литературы

1. Загорская И. А. Форум-театр. Интерактивная техника групповой работы // Научно-познавательный журнал «Школа жизни». 2008. № 2. С. 11–14.
2. Кардашина С. В. Педагогическое образование в России // Народное образование. 2009. № 12. С. 38–42.
3. Чистякова Е. В. «Форум-театр» как групповая форма работы // Психология, социология и педагогика. 2015. № 3 [Электронный ресурс]. URL: <http://psychology.snauka.ru/2015/03/4538> (дата обращения: 07.02.2019).
4. Брежнева А. П. Психолог в школе // Педагогическая мастерская. Всё для учителя. 2014. № 14. С. 31–34.
5. Черкашина С. А. Психологические особенности «опасного» подросткового возраста // Репродуктивное здоровье детей и подростков. 2015. № 6. С. 7–10.

**РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
ОБУЧАЮЩИХСЯ 7-8 КЛАССОВ ПРИ ОСВОЕНИИ КУРСА
«ОСНОВЫ РОБОТОТЕХНИКИ»**

В.М. Какоткин*

Научный руководитель Л.М. Туранова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Сегодня перед Россией стоит задача создания современной экономики инновационного типа, интегрированной в мировое экономическое пространство посредством разработки и реализации программ развития отраслей, имеющих прорывное значение для экономики страны. Для создания и выведения на рынок современных инновационных продуктов предприятия нуждаются в специалистах, готовых уже сейчас включиться в проведение преобразований, а также заинтересованы в подготовке кадров для «завтрашней» экономики. В сложившихся условиях особую актуальность приобретает повышение престижа и качества инженерного образования [1].

Люди инженерных профессий играют важную роль в развитии экономики государства. Создание отечественных передовых технологий определяет рост экономики и безопасность государства. Предпосылками их создания являются развитие научного знания и подготовка выпускников инженерных специальностей, готовых и способных к конструированию и проектированию. Сфера образования выполняет важную функцию – готовит будущих специалистов, которые смогут нестандартно и творчески решать в будущем научные и практические проблемы, разрабатывая современные высокие технологии [2].

В настоящее время учитель должен не только передать существующие знания, но, что более важно в новой образовательной парадигме, обучить способам организации познавательной деятельности, самостоятельному планированию учебного времени учащимися, формированию умений переносить полученные знания в реальные жизненные ситуации. Поиск новых педагогических технологий, которые могли бы реализовать поставленные перед образовательной системой задачи, привел к возрождению исследовательско-проектной деятельности учащихся.

Развитие системно-деятельностного подхода в середине XX в. возродил интерес к использованию метода проектов в процессе обучения. Но свое «второе рождение» данный метод получил вместе с переходом к новой образовательной парадигме. Использование новой научно-методической основы, развитых информационных технологий позволили включить метод проектной деятельности в круг наиболее востребованных образовательных технологий, без систематического применения которого невозможно реализовать центральные установки современного образования: «научить детей учиться» [3].

* © Какоткин В.М., 2019

Анализ проблемы использования проектной деятельности в системе основного и дополнительного образования у обучающихся 7-8 классов позволил выявить следующие противоречия:

– между процессом внедрения проектной деятельности в школьном образовании и недостаточным методическим сопровождением данного направления в педагогической практике;

– между процессом внедрения проектной деятельности в школьном образовании и недостаточным методическим сопровождением данного направления в педагогической практике;

– между объективной потребностью общества в развивающей модели обучения робототехнике в основной школе и недостаточной её реализацией в образовательном процессе.

Грамотное и осознанное применение метода проектов в совместной деятельности учащихся и учителя может привнести в учебный процесс принципиально иную (по сравнению с традиционным обучением) систему взаимоотношений, принципиально иной подход к познавательной деятельности учащихся, основанный на уважении их интеллектуальных и творческих возможностей, сотрудничестве, самостоятельном критическом мышлении [4].

Проекты, которые следует выполнять в основной школе, имеют, прежде всего, формирующее значение, они обеспечивают накопление и развитие когнитивного (умений и навыков познавательной деятельности), метакогнитивного (управления собственными познавательными процессами на основе «знания о познании») и социального (личностного усвоения системы социальных отношений) опыта ребенка. Дети постепенно учатся видеть проблемную ситуацию, анализировать её, формулировать проблему, тему и цель проекта, описывать актуальность темы, находить пути решения неординарных задач, планировать работу и оценивать её качество [5].

Применение образовательной робототехники дает возможность одновременного освоения, закрепления знаний и отработки навыков сразу по нескольким предметам: информатика, математика, физика, технология, биология, химия и т. д. Формирование комплексных знаний способствует развитию системности мышления, учит комплексно подходить к решению реальных практических задач. Также подчеркнем, что робототехника в силу своей уникальной синтетической природы является мощнейшим средством развития уникальных навыков и способностей ребенка в различных областях технического творчества, а соответственно, может служить инструментом для профессиональной ориентации молодежи в области инженерно-технического образования [6].

Изучение робототехники в школе осуществляется посредством образовательных конструкторов на базе платформы Arduino. Arduino – удобная платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов. Представляет собой небольшую плату с собственным процессором, памятью. На плате имеется достаточно большое количество контактов, к которым можно подключать всевозможные компоненты: лампочки, датчики, моторы, другие электронные компоненты (см. рисунок). Программы для Arduino пи-

шутся на языке C++, дополненным простыми и понятными функциями для управления вводом/выводом на контактах. Для удобства работы с Arduino существует бесплатная официальная среда программирования «Arduino IDE», работающая под Windows, Mac OS и Linux. Для изучения образовательной робототехники можно использовать образовательный набор «Амперка», в комплект которого входит в том числе и микроконтроллер Arduino [7].

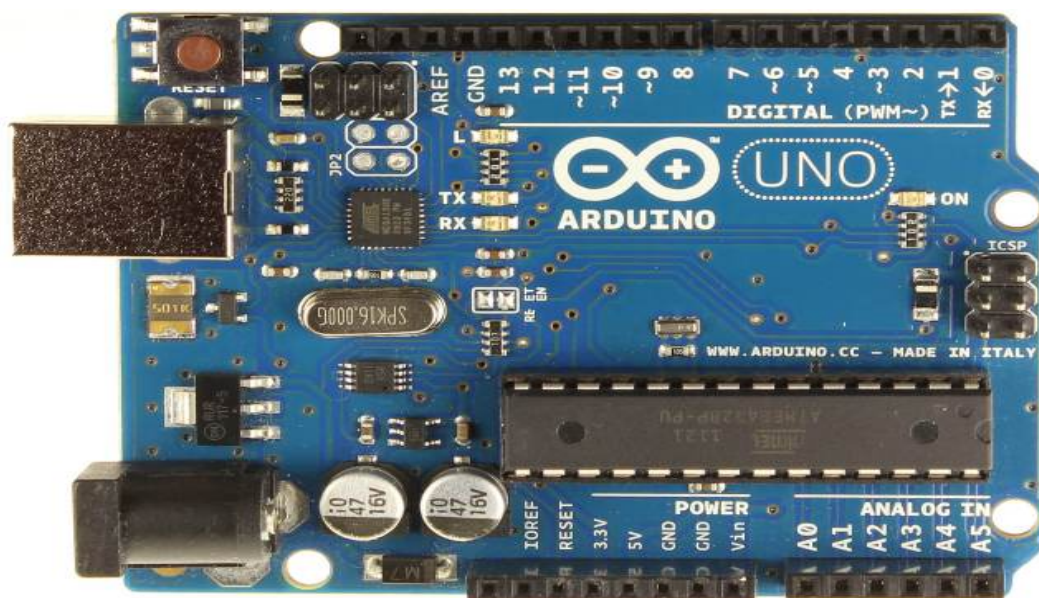


Рис. Микроконтроллер Arduino

В МБОУ СШ № 22 г. Красноярска разработан курс «Основы робототехники» и проводятся занятия по образовательной робототехнике в его рамках. Особенностью курса является проектная направленность программы, которая состоит из модулей. Изучение каждого модуля включает практическую реализацию учебного проекта по соответствующему направлению.

Например, модуль 7 «Датчики. Сбор и обработка информации с различных датчиков» включает создание двух проектов:

проект № 5. Определение столкновений с помощью ИК (инфракрасного) – датчика расстояния;

проект № 6. Определение столкновений с помощью УЗ (ультразвукового) – датчика расстояния.

Всего в программу включена реализация 17 проектов. Завершается изучение курса проведением конференции обучающихся 6–8 классов с презентацией проектов по пройденному материалу.

Основная образовательная программа общеобразовательной организации реализуется через урочную и внеурочную деятельность в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях.

Опираясь на руководящие документы, проектная деятельность организована во внеурочное время в форме занятий по 1 часу 1 раз в неделю в течение

учебного года, а курс «Основы робототехники» в системе дополнительного образования в форме кружковой работы в соответствии с расписанием.

Таким образом, изучение курса «Основы робототехники» обладает значительным потенциалом в школьном обучении, позволяет привлечь к проектной деятельности обучающихся разных классов. Содержание практических работ и виды проектов могут уточняться в зависимости от наклонностей учащихся, наличия материальных ресурсов.

Список литературы

1. Осипов П. Н., Журавлева М. В., Емельянова О. П. Дополнительное образование как средство ориентации школьников на инженерные профессии // Ярославский педагогический вестник. Ярославль, 2017. № 4. С. 164–169.

2. Рожик А. Ю. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : «Образование. Педагогические науки». Челябинск, 2017. Т. 9. № 2. С. 98–113.

3. Турчен Д. Н. Проектная деятельность как один из методических приемов формирования универсальных учебных действий // Институт Государственного управления права и инновационных технологий (ИГУПИТ). Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. Вып. 6. Ноябрь-декабрь.

4. Полат Е. С. Метод проектов: история и теория вопроса // Журнал «Школьные технологии». М. : Изд-во «НИИ школьных технологий», 2006. № 6. С. 43–47.

5. Елизаров А. А., Бородин М. Н., Самылкина Н. Н. Учебный проект в школе: высокий педагогический результат. М. : Изд-во «Лаборатория знаний», 2019. 64 с.

6. Толстова Н. А., Бондаренко Д. А., Ганьшин К. Ю. Образовательная робототехника как составляющая инженерно-технического образования // Наука. Инновации. Технологии. 2013. № 3. С. 172–176.

7. Никитина Т. В. Образовательная робототехника как направление инженерно-технического творчества учащихся. Челябинск : Издательство Челябинского государственного педагогического университета, 2014. 169 с.

РАЗВИТИЕ УВЕРЕННОСТИ В СЕБЕ У СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ БИБЛИОТЕРАПИИ

А.В. Ковалева^{*}

Научный руководитель М.А. Мартынова
старший преподаватель

Лесосибирский педагогический институт – филиал СФУ

Согласно ФГОС ВО выпускник педагогического вуза должен быть готовым к решению задачи по формированию установок, направленных на гармоничное развитие, продуктивное преодоление жизненных трудностей. Несомненным является то, что и самому педагогу следует обладать особыми личностными качествами, которые помогут ему справляться с препятствиями как в профессиональной, так и личностной сфере. Для этого стоит обратить внимание на развитие уверенности в себе. В настоящей статье отражены результаты исследования уверенности в себе у студентов и итог разработки системы занятий, направленных на развитие уверенности в себе у них с помощью библиотерапии.

Перейдем к семантике понятия «уверенность в себе». Оно понимается как достаточно стабильная личностная характеристика, обусловленная мотивацией достижений, волевым самоконтролем, низкой тревожностью, а также как личностно-регулятивная черта. Формирование навыка уверенного поведения в обществе – важная составляющая в жизни личности. Она дает возможность проявлять искренние эмоции и чувства, открыто выражать свое мнение, выстраивать эффективные социальные отношения, реабилитироваться после стресса, преодолевать жизненные препятствия. В российской и зарубежной литературе не существует единого мнения относительно соотношения между эффективностью деятельности и уровнем уверенности. Во многих работах найдена позитивная связь между уровнем уверенности и успешностью исполнения в оценочных задачах (Pollack, Decker, 1958; Nickerson, 1963; Корчагина, Орлов, 1980; Wilson, 1967: по Головиной, 2007). Другие авторы (Вайнер, 1991) пришли к выводу, что уверенность соотносится не с тем, как реально работает субъект, а с тем, что он думает о своем исполнении [1].

Нами было проведено экспериментальное исследование уверенности в себе у студентов. В качестве испытуемых выступили студенты 2 и 3 курса Лесосибирского педагогического института – филиала Сибирского федерального университета (30 человек). В рамках эксперимента был использован опросник уверенности в себе В. Г. Ромека (1997).

Анализ полученных результатов показал, что 40 % испытуемых (12 человек) имеют высокий уровень развития уверенности в себе, 14 % испытуемых (4 человек) – низкий уровень, а 46 % студентов (14 человек) – средний уровень развития уверенности в себе. Это говорит о том, что у испытуемых есть спо-

^{*} © Ковалева А.В., 2019

способности к принятию решений в сложных ситуациях, контроль собственных действий, но они не до конца развиты и осознаны. По шкале «Социальная смелость» 50 % респондентов (15 человек) имеют средние показатели, 23 % испытуемых (7 человек) – высокие показатели, 27 % студентов (8 человек) – низкие показатели. Это свидетельствует о том, что многие не способны выражать искренние эмоции, сопровождать выбором той или иной альтернативы поведения, есть часть людей которая часто или иногда испытывает застенчивость и робость. Средний уровень проявления инициативы в социальных контактах характерен для 67 % испытуемых (20 человек). Высокий уровень инициативности в общении отмечен у 3 % студентов (1 человек), 30 % испытуемых (9 человек) свойственны низкие показатели по шкале «Инициативность/пассивность в социальных контактах». Следовательно, большую часть студентов можно характеризовать как проявляющих инициативу и в социальных взаимодействиях, имеющих способность предложить собственный способ решения проблемной ситуации, проявляющих интерес к взаимодействию. В целом около 17 человек имеют невысокие показатели. Также мы выделили шесть человек, результаты которых по трем или двум шкалам низкие и с ними следует провести работу по развитию уверенности. Данную черту можно формировать с помощью разных методов. Библиотерапия – один из них.

Изучим данный метод более подробно. Библиотерапия зародилась более трех тысяч лет назад. В 1300 г. до нашей эры на библиотеке фараона Рамзеса II висела табличка «Аптека для души», Египтяне отмечали влияние письменности на людей от простого прочтения [2]. Термин «библиотерапия» ввел американский исследователь С. Крозерс. В настоящее время он трактуется как «наука о закономерностях читательского развития личности в стрессовых условиях, ситуациях, состояниях» [3]. Определение, принятое Ассоциацией больничных библиотек США, гласит, что библиотерапия – это «использование специально отобранного для чтения материала как терапевтического средства в общей медицине и психиатрии с целью решения личных проблем при помощи направленного чтения» [4]. В настоящее время его использование психотерапевтами и психологами обусловлено двумя мощными феноменами, раскрывающими содержание и механизмы терапевтического воздействия:

1) слово – это вторая сигнальная система (специальный тип высшей нервной деятельности человека), оно имеет адаптивно-приспособительную функцию, позволяющую людям обмениваться информацией. Стоит отметить, что человек может реагировать на слово разнообразно, оно мотивирует на действие, огорчает, успокаивает, злит. Язык – очень живая форма, способная влиять на жизнь и здоровье человека. Один из примеров – это самовнушение (метод психологии), воплощенный с помощью аутогенной тренировки, представляющей собой самостоятельное прочтение или проговаривание определенных слов, предложений с целью влияния на собственную личность. Т. Ю. Колошина, клинический психолог, член Международной ассоциации арт-терапевтов говорит: «Как человек живет, так он и говорит, и наоборот. Измените речь, изменится жизнь»;

2) закон Эппикена, который гласит: «Главное действующее лицо любого произведения – это всегда автор», и даже если мы, на первый взгляд, этого автора не видим, человек все равно писал о себе (не о себе целиком, а о лучшей части себя, худшей, больной). Поэтому с помощью библиотерапии специалист способен определить характер и проблемы человека.

Психологи практикуют следующие формы библиотерапии:

1) работа над уже существующим произведением – на занятии прорабатывается и обсуждается всем произведение или его отдельный отрывок;

2) самостоятельное написание произведения (больше подходит для диагностики);

3) драматизация или инсценировка;

4) работа над окончанием произведения;

5) арт-терапевтическая работа по сюжету произведения – подразумевает рисование, лепку, конструирование.

В работе используют разные по жанру книги. Желательно, чтобы главный герой попадал в ситуации, сходные с теми, что случались когда-то с человеком, или мотивировал и притягивал внимание своими поступками, подавая пример читателю. Ольга Карабанова, доктор психологических наук, замдекана психологического факультета МГУ говорит, что наиболее полезная составляющая чтения – эмоциональная переработка. Сопоставляя свой жизненный опыт с моментами из жизни других людей, пациент переживает свои трагические ситуации заново, оценивая их со стороны и формируя адекватное к ним отношение. Поэтому книги как инструмент подбираются индивидуально, а задания и вопросы тщательно формулируются для применения метода «Дельфин», когда из содержания отрывка мы переходим к обсуждению реальных случаев из жизни.

Таким образом, в своей практической работе мы выявили проблемный низкий уровень уверенности в себе у 20 % студентов 2-3 курсов, что негативно сказывается на их профессиональном становлении, а следовательно, требует коррекционной целенаправленной работы в данном направлении. Выяснили, что уровень уверенности в себе довольно легко может корректироваться с помощью библиотерапии, так как она имеет две основные характеристики, влияющие на возможность психокоррекции и формирование паттернов.

Список литературы

1. Балашова Е. В. Библиотерапия: компенсаторное чтение художественной литературы // Библиотерапия: задачи, подходы, методы. М. : БМЦ, 2001 С. 49–54.

2. Библиотерапия: теория и практика : учеб. пособие / Ю. Н. Дрешер ; науч. ред. Т.И. Ключаренко Ю.Н. Дрешер. СПб. : Профессия, 2008. 272 с.

3. Горбанева А. Н. Методические материалы по реализации проекта «Библиотерапия». Курск, 2017. 24 с.

4. Осипова А. А. Общая психокоррекция. М. : Сфера, 2002. 510 с.

СРЕДСТВА РАЗВИТИЯ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К САМООБРАЗОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ БАКАЛАВРИАТА

К.Д. Ноздрин*

Научный руководитель Т.В. Седых
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Современный этап развития человеческого общества характеризуется активным внедрением информационных технологий в повседневную жизнь человека, его образовательную и профессиональную деятельность. Благодаря информационным технологиям появились возможности для организации интерактивного взаимодействия в ходе педагогического процесса в форме проведения веб-конференций, вебинаров, открытых лекций и т. д. Также информатизация образования предполагает разработку дополнительных ресурсов для осуществления самообразовательной деятельности: дистанционные курсы повышения квалификации, массовые открытые онлайн-курсы, участие в деятельности профессиональных сетевых сообществ и образовательных форумов.

Однако использование данных ресурсов предполагает наличие у человека устойчивой мотивации к обучению, умения определять цели своего образования и планировать свою деятельность, способности самостоятельно отслеживать собственные образовательные результаты и их динамику и т. д. Это приводит к актуализации проблемы формирования и развития готовности личности к осуществлению самообразования в условиях системы образования.

Изучению данной проблемы посвящены работы С. М. Абрамова, А. Я. Айзенберга, А. К. Громцевой, О. Н. Инкиной, Н. И. Кареева, И. И. Колбаско, С. В. Косаревой, Н. С. Михайловой, Н. А. Рубакина, Г. Н. Серикова, О. И. Суховой, О. В. Толмачевой, В. Б. Шароновой и др.

Под самообразованием С. М. Абрамов понимает интегративную способность личности к самоорганизации активной, непрерывной, целенаправленной, планомерной и систематической деятельности по приобретению необходимых компетенций и воспитанию у личности таких качеств, как активность, инициативность и предприимчивость, направленных на достижение осознанно выбранной траектории образования. По мнению С. М. Абрамова, цель самообразования заключается в индивидуальном процессе самораскрытия сущностных сил человека в ходе его разносторонней деятельности в образовании [1].

О. И. Сухова рассматривает самообразование как целенаправленную когнитивную и практическую деятельность, которая связана с обновлением и углублением полученных ранее профессиональных знаний; удовлетворением образовательных потребностей, связанных с профессиональной деятельностью; необходимостью повышения квалификации путем систематизации

* © Ноздрин К.Д., 2019

знаний, умений и навыков, соответствующих его статусу и общественным ожиданиям [3].

В данной статье под самообразованием мы будем понимать активную, целенаправленную, планомерную, систематическую, личностно и профессионально значимую деятельность, которая направлена на самосовершенствование и нестандартное решение профессиональных задач бакалаврами.

Рассмотрим понятие готовности к самообразованию.

В психолого-педагогической литературе готовность рассматривается как психическое и психологическое состояние личности (В. В. Давыдов, Н. Д. Левитов), как условие выполнения деятельности (А. С. Белых, М. И. Дьяченко), как установку личности (М. В. Левченко), как уровень личностной ориентации (В. А. Ядов), как комбинацию качеств личности, мотивов и ситуаций (М. И. Дьяченко, Л. А. Кандыбович).

Под готовностью к самообразованию мы будем понимать личностное образование, которое имеет определенную структуру и план выполнения, направленное на осуществление специалистом активной, целенаправленной, планомерной и систематической деятельности, имеющее личностную и профессиональную значимость для студента, направленное на самосовершенствование и нестандартное решение профессиональных задач.

Современный рынок труда характеризуется высоким уровнем требований к квалификации и личным качествам специалиста, готового осуществлять профессиональную деятельность. Современному специалисту недостаточно выполнять только трудовые поручения и соблюдать правила трудового распорядка. Чтобы быть конкурентоспособным, специалист должен быть активным, целеустремленным, самоорганизованным, быть готовым нестандартно походить к решению профессиональных задач. Для подготовки специалиста, обладающего вышеперечисленными качествами, необходимо развивать готовность к самообразованию в педагогическом процессе, в том числе при проектировании электронных образовательных курсов.

При разработке элементов электронного образовательного курса мы учитывали все компоненты готовности к самообразованию у бакалавров, а именно: мотивационный, информационный и деятельностный [2].

В рамках модуля «Самоменеджмент» дисциплины «Педагогический менеджмент» нами были разработаны следующие средства: использование принципа визуально-кинестетической ассоциации при определении образовательных целей (элемент «Задание»); применение мнемотехнических приёмов при организации работы с текстами (элемент «Задание»); заполнение рефлексивных карт оценки хода и результатов самообразования (элемент «Форум»).

Использование принципа визуально-кинестетической ассоциации при определении образовательных целей направлено на развитие мотивационного компонента готовности к самообразованию. В качестве примера можно привести задание «Постановка образовательной цели в рамках темы “Введение в самоменеджмент”», в котором студентам необходимо сформулировать цель соб-

ственного образования. Сформулированная цель должна включать образ желаемого будущего (образ, описывающий момент, когда цель уже достигнута). Для выполнения задания студентам задается образец (структура), по которому они формулируют цели самообразования.

Применение мнемотехнических приёмов при организации работы с текстами направлено на информационного компонента готовности к самообразованию у бакалавров. Рассмотрим задание «Применение пирамиды логических уровней Дилтса в работе с сотрудниками». Оно представляет собой задание в электронной обучающей среде «Moodle», для выполнения которого необходимо воспользоваться мнемотехническим приемом «Образы». В задании студентам дается определение мнемотехники «Образы», ссылка на текст «Как применять пирамиду логических уровней Дилтса в работе с сотрудниками» и инструкция по выполнению задания. Студентам необходимо прочитать предложенный текст и законспектировать его, используя мнемотехнику «Образы».

Заполнение рефлексивных карт оценки хода и результатов самообразования направлено на развитие деятельностного компонента готовности к самообразованию у будущих специалистов. Обратимся к интерактивному средству «форум» в электронном образовательном курсе «Педагогический менеджмент». «Рефлексивная карта по теме 1» представлена в виде «форума». «Форум» включает в себя три темы для обсуждения:

- ключевые идеи темы;
- применение полученных знаний и умений на практике;
- трудности, которые возникли в ходе освоения темы «Введение в самоменеджмент».

На данном форуме студенты оставляют записи о наиболее запомнившихся темах; способах и ситуациях применения полученных знаний и умений; трудностях, с которыми столкнулись в ходе освоения модуля и возможных путях решения и т.д.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что разработанные нами средства развития готовности к самообразованию бакалавров будут способствовать повышению качества подготовки специалиста, готового к осуществлению профессиональной деятельности, нестандартному решению профессиональных задач, осуществлению самообразовательной деятельности на протяжении всей жизни.

Список литературы

1. Абрамов С. М. Генезис образовательной самостоятельности студентов в процессе дистанционного обучения [Электронный ресурс] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. М. : РГБ, 2003. URL: <http://www.rsl.ru>.

2. Инкина О. Н. Формирование самообразовательной деятельности студентов вуза в процессе обучения как условие повышения качества их подготовки [Электронный ресурс] : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01. М. : РГБ, 2003. URL: <http://www.rsl.ru>.

3. Сухова О. И. Педагогическое самообразование в системе повышения квалификации учителей гимназии [Электронный ресурс] : дис. ...канд. пед. наук: 13.00.08. Тольятти : РГБ, 2006. URL: <http://www.rsl.ru>.

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ИНТЕРЕСА У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ К РУССКОМУ ЯЗЫКУ

Д.И. Рубахина*

Научный руководитель В.Н. Лутошкина
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Русский язык является государственным языком Российской Федерации, что закреплено в основном законе страны – Конституции. На нем говорят около 98 % жителей страны, его изучают как отдельную дисциплину в школах, на нем ведется преподавание в большинстве государственных образовательных учреждений [1].

В нашей стране одной из приоритетных задач государства является повышение интереса к русскому языку граждан и уровня владения русским языком. Самая известная акция в этом направлении – ежегодный тотальный диктант.

Значимость русского языка в развитии ребенка высока, он воспитывает личность, развивает культуру его речи, формирует коммуникативную компетенцию, дает представление о национальной культуре, а владение русским языком является основой процесса обучения младшего школьника. Успешность овладения языком на каждом последующем этапе обучения определяется во многом тем, насколько хорошо он усвоен на предыдущем этапе.

Большинство исследователей отмечают, что наиболее благоприятным периодом для формирования интереса к русскому языку является начальная школа. Поэтому формирование интереса к русскому языку на данном этапе обучения становится важной педагогической задачей.

Для того чтобы ребенок мог пользоваться функциями языка, успешно осуществлять учебную деятельность на последующих этапах обучения, по мнению М. И. Кузнецовой, необходимо обеспечить развитие языковой грамотности. Которая, в свою очередь, и определяется в том числе интересом к языку.

Без интереса к изучению русского языка сформированность языковой грамотности является труднодостижимой задачей, что не может не повлиять на итог достижения планируемого результата начального образования Федерального Государственного стандарта.

Необходимо обеспечение базы для осознанного совершенствования речи школьника в его будущей жизни. Успешное владение русским языком способно помочь в реализации жизненных задач, успешного дальнейшего обучения. Начальная школа является хорошей платформой для развития у младшего школьника интереса к изучению русского языка.

* © Рубахина Д.И., 2019

Исходя из точки зрения Л. С. Выготского, мы можем понимать интерес к русскому языку как внутреннее влечение, направляющие силы учащегося на исследование русского языка

Опираясь на понятия Л. С. Рубинштейна, можно сделать вывод – русский язык, чтобы стать интересным ребенку, должен сочетать в себе эмоциональную привлекательность и осознанную значимость.

Мы выделили следующие уровни познавательного интереса к русскому языку, по мнению М. И. Кузнецовой:

1) стремление к развитию чувства языка, к совершенствованию собственной языковой культуры;

2) желание осуществлять целесообразный отбор языковых средств для построения содержательных, связных и нормативно грамотных конструкций, как устных, так и письменных;

3) готовность к осознанию терминологических и понятийных характеристик системы языка.

Для проведения исследования мы выдвинули следующую гипотезу.

Развитие интереса у младших школьников к русскому языку средствами проектной деятельности будет возможно при условии, что проектная задача основывается на действии учащихся с языковыми средствами русского языка и подкрепляется эмоциональной привлекательностью работы с текстами, построенными на принципе амфиболичности.

База исследования выступил МАОУ Лицей № 7, г. Красноярск, 4 класс.

Для исследования эмоционального отношения к языку нами проводилось интервью в формате беседы с каждым учеником. После опроса фиксировалось эмоциональное отношение ребенка к русскому языку.

По итогу было выделено эмоциональное отношение к языку у младших школьников:

- негативное – 30 %;
- нейтральное – 51 %;
- позитивное – 19 %.

Большинство детей ассоциировали интерес к русскому языку как интерес к предмету «русский язык». Поэтому мы исследовали отношение младших школьников к предмету русский язык по методике Г. Н. Казанцевой.

По мнению детей, предмет «русский язык» занимает первую позицию в числе нелюбимых предметов (33 % учащихся).

Далее была осуществлена диагностика познавательной направленности, которая включает три уровня познавательного интереса к русскому языку.

Результаты по первому уровню: стремления к развитию чувства языка, к совершенствованию собственной языковой культуры у школьников:

- стремятся изучать по указанию и поддержке взрослого – 30 %;
- стремятся самостоятельно – 15 %;
- нет стремления – 55 %.

По второму уровню. Желание осуществлять целесообразный отбор языковых средств для построения содержательных, связных и нормативно грамотных конструкторов (как устных, так и письменных):

- желает осуществлять отбор по указанию и поддержке взрослого – 42 %;
- желает и отбирает самостоятельно – 10 %;
- нет желания осуществлять отбор – 48 %.

На уровень готовности к осознанию терминологических и понятийных характеристика системы языка почти никто из учеников не вышел.

Формирование интереса к русскому языку стоялось на основе учебного проекта «Казнить нельзя помиловать», именно такая организация деятельности способна обеспечить условия развития интереса у младшего школьника.

Нами была разработана серия решения практических учебных задач, устроенных таким образом, что действия с языковыми единицами приводят к изменению смысла текста. В проектных группах дети:

- выбирают знаки препинания;
- находят значения слов;
- дописывают окончания;
- выбирают значения омонимичных слов;
- слитно или отдельно пишут слова и т. д.

Работа учеников в проекте организована по следующей модели:

– каждая группа получает текст, созданный по принципу амфиболичности (двойственности/двусмысленности);

– задача группы: поставить языковые единицы в тексте так, чтобы у письма появился смысл, единицы в тексте так, чтобы у письма появился смысл; найти «ключ решения», то есть законы русского языка на которые можно опереться, чтобы текст обрел смысл;

– представить свою работу классу в любой из выбранной группой форм (плакат презентация, доклад).

Пример одного из текстов для работы в проектной группе:

«Охранники, которым была поручены охрана бывшего короля Эдуарда, получили записку:

«ЭДУАРДА УБИТЬ НЕ СМЕЙТЕ ПОМИЛОВАТЬ».

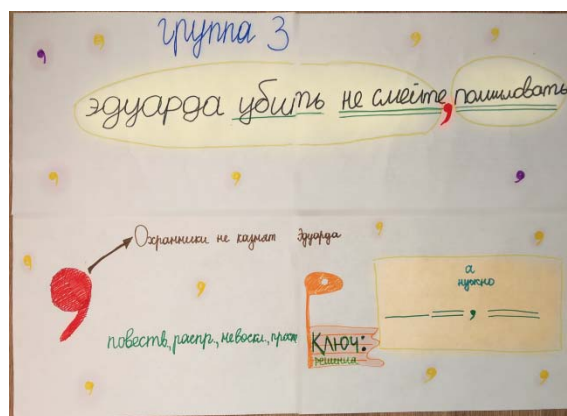


Рис. Пример групповой работы детей

Решите в группе, как действовать охранникам? Внесите изменения в текст так, чтобы охранники поняли, как им нужно действовать.

Дети успели поработать с четырьмя подобными сериями, включающими уже другие единицы языка, мы отметили для себя, что в результате по итогу работы над учебным проектом:

– дети с удовольствием включаются в работу над проектом, им важно, чтобы текст получился и в нем был смысл;

– удалось снять напряжение и страх в ходе работы в проектной группе, что обеспечило положительное эмоциональное отношение;

– учащиеся после урока начинают открывать словари, изучать значения неизвестных слов, интересоваться другими особенностями языка.

Список литературы

1. Зверева Е. Н. Основы культуры речи. М. : Центр ЕАОИ, 2008.
2. Воронцов А. В. Русский язык в современном мире [Электронный ресурс] // Universum : Вестник Герценовского университета, 2011.
3. Выготский Л. С. История развития высших психических функций : собр. соч. в 6 т. М. : 2013.
4. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. СПб. : Питер, 2002.
5. Пахомова Н. Ю. Метод учебного проекта в образовательном учреждении. М. : Аркти, 2003.

РАЗВИТИЕ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.А. Чанчикова*

Научный руководитель Т.В. Фуряева
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В современных условиях модернизации у дошкольников наблюдается снижение познавательной активности, что обусловлено нестабильными социальными условиями и изменением ценностных ориентаций. В связи со сложившейся обстановкой развитие познавательных процессов у детей дошкольного возраста приобретает особую актуальность как один из способов решения социально-педагогических проблем.

Г. Щукина трактует познавательную активность как эмоционально-познавательное отношение к миру [1].

Познавательную активность как отношение личности к объекту, вызванное сознанием его жизненного значения и эмоциональной привлекательностью, рассматривает Е. Л. Виноградова [2].

Познавательная активность формируемое качество личности. Формирование познавательной активности обусловлено социальным окружением, характером деятельности с окружающими людьми в процессе деятельности.

Мы рассматриваем познавательную активность как избирательную познавательную направленность человека на предметы и явления, как сложное психологическое образование, представляющее собой единство познавательной, эмоциональной и волевой сфер.

Проектная деятельность Н. Е. Веракса, А. Н. Веракса рассматривают как сложно организованный процесс, предполагающий системные преобразования всего учебного и воспитательного процесса. Проектная деятельность включает различные формы активности детей, логично взаимосвязанные разными этапами реализации замысла [3].

Проектная деятельность разворачивается в проблемной ситуации, которая не может быть решена прямым действием. Участники должны быть мотивированы. Проектная деятельность имеет адресный характер и оформляется в продукт.

Выделяют три вида проектной деятельности: творческую (направлена на получение нового творческого продукта), исследовательскую (направлена на обогащение знания детей) и нормативную (направлена на социализацию детей и введение той или иной нормы) [3].

Цель исследования – создать и обосновать (апробировать) условия способствующие развитию познавательной активности детей дошкольного возраста в условиях дошкольного учреждения.

* © Чанчикова А.А., 2019

Гипотеза исследования: развитию познавательной активности детей старшего дошкольного возраста в детском дошкольном учреждении будет способствовать организация проектной деятельности детей и актуализация вопросно-ответного типа взаимодействия воспитателя с детьми.

В работе использовали анкету для опроса воспитателей, анкету для опроса родителей, методику «Организация наблюдения за поведением ребенка» М. Карр, «Шкалу оценивания предметно-пространственной среды детского сада КЕС, Т. Хармс, В. Титце» и метод невключенного наблюдения для отслеживания частоты задаваемых дошкольником вопросов и их типологии, в отслеживаемый период [4].

База исследования: ООО «Детский центр «Мэри Поппинс». В исследовании участвовало 24 ребенка.

Метод наблюдения для отслеживания частоты задаваемых вопросов показал, что количество вопросов, задаваемых дошкольником, возросло в два раза после проведения серии проектов различных видов (см. рисунок).

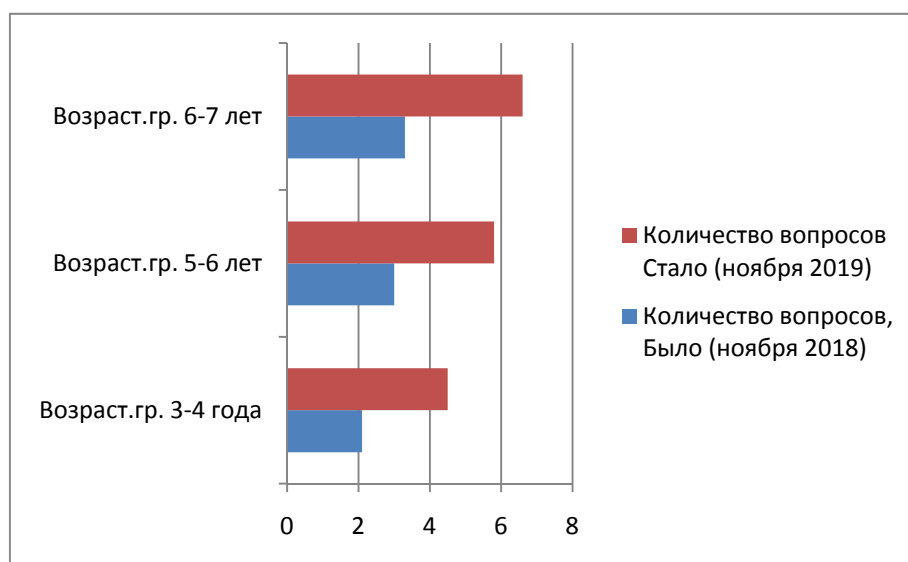


Рис. Показатель развития проявления познавательной активности до и после совместных проектов в трех возрастных группах

Внешнее устройство детского сада оценивалось родителями дошкольников по методике «Шкала оценивания предметно-пространственной среды детского сада КЕС, Т. Хармс, В. Титце». Данные представлены в табл. 1. Результаты показывают, что в дошкольном учреждении разнообразно организована предметно-пространственная среда, которую большинство опрошенных оценивают на хорошо и отлично. Такая разнообразная среда позволяет детям организовывать и проводить совместные проекты.

Результаты методики «Организация наблюдения за поведением ребенка» М. Карр (табл. 2) показывают, что дети стали самостоятельно справляться с трудностями, чаще представлять себя и выражать, а также активно участвовать в обсуждении и совместной деятельности.

Таблица 1

**Показатель оценивания предметно-пространственной среды
детского сада**

Оцениваемый параметр	Показатель оценивания внешнего устройства детского сада			
	Неудовлетворительно	Минимально	Хорошо	Отлично
1. Место и оснащение		4	8	12
2. Мебель для ухода, игр и учения		3	9	12
3. Оборудование для отдыха и расслабления		4	8	12
4. Оборудование помещения		2	7	15
5. Возможности для уединения		2	7	15
6. Оформление, ориентирован- ное на ребенка				24
7. Место для крупной мотори- ки		3	9	12

Таблица 2

**Показатель способа взаимодействия ребенка с окружающей средой,
от общего количества детей**

Возрастная группа	Организация наблюдения за поведением ребенка							
	Проявляет заинте- ресованность и ув- леченность		Справляется с трудностями		Умеет выра- зить себя и продукт своей деятельности		Участствует в совмест- ной деятельности, общении/обсуждении	
	Было	Стало	Было	Стало	Было	Стало	Было	Стало
3-4 года (7 детей)	3	6	4	5	3	4	2	3
5-6 лет (8 детей)	3	5	3	5	3	6	3	4
6-7 лет (9 детей)	5	7	6	7	5	8	7	9

В период между оцениванием и сбором данных проводились совместные проекты.

Исследовательский проект «Краски». Дети выяснили, как изготавливаются краски, пройдя путь от изучения литературы до изготовления красок из овощей, а также изучение порошковых красок и их правильного разведения.

Творческие проекты, при которых дети изготавливали гнома для ателье и проектировали город (обсуждение и создание проекта города).

Нормативный проект, направленный на безопасное движение.

Результаты показывают, что совместная проектная деятельность положительно влияет на развитие познавательной активности, увеличивает количество задаваемых детьми вопросов, имеющих познавательную направленность. Ис-

следования предметно-пространственной среды показывают, что сад имеет широкие возможности для взаимодействия, уединения, изучения. Возрастает количество детей, проявляющих заинтересованность и участвующих в совместной деятельности и обсуждении/общении.

Список литературы

1. Щукина Г. И. Педагогические проблемы формирования познавательного интереса учащихся. М. : Просвещение, 1995. 160 с.
2. Виноградова Е. Л. Условия становления познавательной мотивации дошкольников 5-6 лет. М., 2004. 24 с.
3. Веракса Н. Е., Веракса А. Н. Проектная деятельность дошкольников: пособие для педагогов дошкольных учреждений. М. : Мозаика-Синтез, 2014. 64 с.
4. Фуряева Т. В. Наблюдательные практики в профессионально-педагогической подготовке бакалавров : метод. пособие / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В. П. Астафьева. Красноярск, 2013. 104 с. (Серия : Антропология и социальная практика. Вып. 10).

**Современные проблемы управления
ассортиментом и качеством
потребительских товаров
и сырья для их производства**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОСТОЯНИЯ РЫНКА И КАЧЕСТВА КЕТЧУПОВ РАЗНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

Е.Е. Барабан*

Научный руководитель И.В. Дойко
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Рынок продовольственных товаров имеет большое значение для населения любой страны, так как его нормальное функционирование обеспечивает физиологические потребности людей в продуктах питания, способствует укреплению их здоровья и активной жизнедеятельности.

Состояние рынка продовольственных товаров можно рассматривать с различных позиций: с точки зрения потребителя, предпринимательской сферы и государства.

С точки зрения потребителя, рынок продовольственных товаров должен характеризоваться наличием достаточного количества и хорошего качества продуктов питания в нужном ассортименте, необходимой питательной ценности, безопасности для жизни и здоровья людей.

Целью настоящего исследования является анализ рынка и качества продовольственных товаров на примере кетчупа, реализуемого в розничной торговой сети г. Красноярска.

Рынок кетчупа в России является активно развивающимся. В последнее время этот продукт пользуется устойчивым спросом в среднем у 60 % от общего числа семей. Уровень потребления кетчупа значительно различается по регионам: наибольшее число потребителей этого продукта приходится на Москву и Московскую область – около 72 %. Меньше всего кетчуп потребляют в Поволжье (59 % семей от общего числа), Северо-Западном регионе (58 %) и на Северном Кавказе (49 %). Рынок кетчупов можно разделить на три сегмента по критериям цена-качество: премиум (в основном это иностранные производители – например, Heinz), средний и нижний. Наибольшая доля рынка кетчупов (до 60 % всего рынка) приходится на кетчуп среднего ценового сегмента. Причем в большей степени это качественный и доступный по цене товар.

В России больше всего популярен шашлычный кетчуп. Он пользуется спросом почти у 27 % населения. В ассортиментной линейке практически каждого производителя представлено как минимум несколько кетчупов с различными вкусовыми добавками.

Лидерами по продажам кетчупа являются марки «Балтимор», «Петропродукт», «Восточный гурман», «Источник», «Краснодарье», «Юнилевер Русь», «Моя семья» и «Пикадор». Безусловный лидер предпочтений по маркам кетчупа – «Балтимор». Вторую позицию по уровню предпочтений потребителей за-

* © Барабан Е.Е., 2019

нимает кетчуп «Пикадор», третью – торговые марки «Петросоюз» и «Моя семья».

Для исследования качества в розничной сети г. Красноярск были отобраны образцы кетчупа «Шашлычный» торговых марок: «Махеевъ»; «Гастрономъ»; «Mr. Ricco»; «Кухмастер»; «Пикадор»; «Балтимор»; «Янта»; «Calve»; «Моя семья»; «Heinz».

В ходе исследования проведен анализ состояния упаковки и маркировки исследуемых образцов, определены органолептические и физико-химические показатели качества кетчупа.

Анализ упаковки исследуемых образцов кетчупов показал, что кетчупы «Heinz», «Пикадор» упакованы в классическую стеклянную бутылку различной конфигурации. Образцы торговых марок «Махеевъ», «Calve», «Моя семья» в пластиковые бутылки. Остальные образцы представлены в упаковке соусов типа дойпак с дозатором.

Все исследуемые образцы имели герметичную упаковку с художественно оформленной этикеткой. Следовательно, исследуемые кетчупы, отвечали требованиям ГОСТ 32063–2013 «Кетчупы. Общие технические условия».

Анализ маркировки показал, что у кетчупа «Кухмастер» текст читается тяжело и сливается с фоном. В образцах кетчупа торговых марок «Пикадор» и «Моя семья» не указаны названия используемых ароматизаторов. На упаковке кетчупа «Heinz» указана неполная информация о составе продукта.

В целом анализ свидетельствует, что по состоянию маркировки образцы кетчупов торговых марок «Гастрономъ», «Балтимор», «Махеевъ», «Янта» и «Calve» соответствовали требованиям ТР/ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки», остальные образцы не отвечали требованиям стандарта.

Из органолептических показателей определяли: внешний вид и консистенцию; вкус и запах; цвет. По результатам органолептических исследований можно отметить, что образцы кетчупа торговых марок «Янта», «Кухмастер» и «Heinz» не отвечали требованиям ГОСТ 32063–2013 «Кетчупы. Общие технические условия», так как имели отклонения по показателям «консистенция» и «вкус и запах».

Из физико-химических показателей определяли: массовую долю растворимых сухих веществ; кислотность; массовую долю хлоридов; присутствие крахмала.

Наиболее высокое содержание сухих веществ выявлено в образцах кетчупов высшей категории торговой марки «Mr. Ricco» (25,2 %) и первой категории – «Heinz» (31,6 %). Низкое содержание сухих веществ (в пределах нормы) установлено в образцах кетчупов высшей категории – «Гастрономъ» (23,3 %) и первой категории – «Calve» (18,7 %). В остальных образцах кетчупа высшей категории содержание сухих веществ колеблется в пределах от 23,9 % («Махеевъ») до 24,8 % (Кухмастер), в образцах первой категории – от 20,2 % («Моя семья») и до 20,8 % («Балтимор»).

В кетчупе торговой марки «Heinz» массовая доля уксусной кислоты составляло 2 %, что выше нормы, определенной стандартом. В остальных образцах кислотность колеблется в пределах от 1 % до 1,7 % .

Массовая доля хлоридов в исследуемых образцах находилась в пределах от 1,1–2,5 %. По содержанию поваренной соли все исследуемые образцы соответствовали требованиям ГОСТ 32063–2013 «Кетчупы. Общие технические условия».

Для того чтобы выяснить, содержит ли кетчуп загустители, провели качественную реакцию на присутствие крахмала. Согласно стандарту наличие крахмала допускается во всех категориях кетчупа, кроме категории «Экстра». Анализируемые образцы относятся к высшей и первой категории, следовательно, наличие крахмала допускается. Крахмал не обнаружен в образцах кетчупов торговых марок «Гастрономъ», «Балтимор», «Calve» и «Heinz». Присутствует крахмал в образцах «Махеевъ», «Mr. Ricco», «Кухмастер», «Пикадор», «Янта» и «Моя семья».

Во всех исследуемых образцах содержание крахмала соответствует составу и категории, заявленным производителем в маркировке.

По физико-химическим показателям качества необходимо отметить, что не отвечали требованиям ГОСТ 32063–2013 «Кетчупы. Общие технические условия» кетчупы торговых марок «Кухмастер», «Пикадор», «Янта» и «Heinz». Все остальные образцы соответствовали требованиям ГОСТ 32063–2013 «Кетчупы. Общие технические условия».

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СНЫТИ ОБЫКНОВЕННОЙ В ПРОДУКТАХ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.Е. Гребенникова, И.В. Зражевская*

Научный руководитель И.В. Кротова
доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В силу преимущественно сырьевой направленности экономики Красноярского края значительное число трудоспособного населения занято тяжелым физическим трудом в неблагоприятных климатических условиях. Ситуация осложняется экологическими проблемами, обусловленными функционированием предприятий металлургической, химической, лесоперерабатывающей промышленности. Указанные обстоятельства делают необходимым принятие комплекса мер, направленных на повышение адаптационных возможностей организма человека и укрепление здоровья. Именно поэтому для жителей Красноярского края особое значение имеет качественное питание.

В ноябре – декабре 2018 г. нами было проведено исследование покупательских предпочтений красноярцев в отношении продовольственных товаров [1]. Целью исследования явилось определение позиций региональных товаропроизводителей на рынке пищевых продуктов города Красноярска. В результате были выявлены доли продукции подтвержденного качества, включая и продукцию региональных товаропроизводителей, в ассортименте торговых сетей, действующих на региональном потребительском рынке. В качестве объектов исследования были выбраны торговые предприятия региональных сетей «Командор» и «Красный Яр», а также федеральных сетей «О'Кей» и «Лента». Кроме того, были использованы данные мониторинга качества, регулярно проводимого ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва» в период с 2015 по 2018 г. по трем группам продовольственных товаров: молочная продукция, колбасные и кондитерские изделия [2].

Результаты испытаний оказались следующими: из 543 исследованных образцов продукции указанных товарных групп доля товаров регионального производства составила 41,4 %. При этом 58,4 % всех проверенных образцов подтвердили свое высокое качество, из них региональная продукция составила только 36,9 %. Таким образом, уровень подтвержденного качества региональных пищевых продуктов (52 %) оказался ниже уровня качества привозных товаров (63 %). Данное обстоятельство демонстрирует наличие значительного резерва повышения качества продовольственных товаров, производимых в Красноярском крае.

Следующим этапом исследования стало выявление доли продукции подтвержденного качества местных товаропроизводителей в ассортименте иссле-

* © Гребенникова А.Е., Зражевская И.В., 2019

двух торговых предприятий. Результаты оказались вполне закономерными: по группам молочных, колбасных и кондитерских изделий до 100 % ассортимента продуктов подтвержденного качества местных товаропроизводителей можно встретить в региональных торговых сетях, тогда как в федеральных сетях на 100 % они представлены только по группе колбасных изделий. По молочной продукции анализируемый показатель лежит в диапазоне от 12,5 до 25 %, а кондитерские изделия подтвержденного качества региональных производителей вообще отсутствуют в торговых предприятиях федеральных сетей, ставших объектами настоящего исследования.

Проведенное нами исследование покупательских предпочтений показало, что в группе молочной продукции более половины респондентов делают выбор в пользу торговых брендов «Простоквашино», «БиоБаланс», «Летний день», «Актуаль» (ОАО «Компания Юнимилк», владелец Danon, Франция) и «Весёлый молочник», «Домик в деревне» (владелец компания PepsiCo, США) не потому, что их продукция отличается высоким качеством, а потому, что бренд хорошо «раскручен», находится на слуху. Подобная ситуация выявлена и по группе кондитерских товаров [1]. Исключение составила товарная группа колбасных изделий, по которой потребители отдадут предпочтение продукции региональных производителей – 80 % от числа опрошенных респондентов. Данный результат обусловлен не только подтвержденным качеством продукции местных производителей, но и её 100%-й представленностью в торговых предприятиях как региональных, так и федеральных торговых сетей.

Опираясь на полученные результаты, можно сделать вывод о том, что потребители готовы покупать продукцию подтвержденного качества местных товаропроизводителей, но для этого нужно, чтобы она была конкурентоспособна по сравнению с товарами из других регионов. Учитывая это, возникает необходимость улучшать качество и состав продуктов местных товаропроизводителей. Одним из способов решения данной проблемы может стать введение в состав пищевых продуктов минерально-витаминного комплекса из сибирских растений. При этом немаловажное значение приобретает возможность сократить транспортные расходы и обеспечить доступный уровень цен на продовольственные товары, обладающие лечебно-профилактическим действием.

Многолетние исследования растений флоры Сибири показали, что подавляющее их большинство обладает уникальным химическим составом и высокой биологической активностью [3]. Одним из перспективных в этом плане растений является сныть обыкновенная – *Aegopodium podagraria* L., *Apiaceae*.

В европейских странах *Aegopodium podagraria* L. признана и применяется в практической медицине в качестве противовоспалительного средства. В народной и традиционной медицине рассматриваемое растение применяется при широком спектре заболеваний, в качестве поливитаминного, противовоспалительного, детоксикационного, общеукрепляющего и диуретического средства. В экспериментальной медицине доказана высокая детоксикационная и противомикробная (в отношении патогенных для человека микробов) активность суммарных извлечений из травы *Aegopodium podagraria*. Рассматриваемое рас-

тительное сырьё входит в состав комплексной пищевой добавки, которая рекомендуется для профилактики онкологических заболеваний [4].

Полезные и питательные свойства сныти обыкновенной обусловлены ее химическим составом. Так, надземная часть этого растения богата витаминами А и С. Известно, что витамин А отвечает за нормальное развитие, репродуктивную функцию, здоровье кожи и глаз, поддержание иммунитета. Его содержание в 100 г исследуемой биомассы составляет 172,2 % от суточной нормы для взрослого человека [4]; β -каротин является провитамином А и обладает антиоксидантными свойствами; 6 мкг бета-каротина эквивалентны 1 мкг витамина А. 38 % от суточной нормы для взрослого человека содержится в 100 г травы сныти обыкновенной. Витамин С участвует в окислительно-восстановительных реакциях, функционировании иммунной системы, способствует усвоению железа. Дефицит приводит к рыхлости и кровоточивости десен, носовым кровотечениям вследствие повышенной проницаемости и ломкости кровеносных капилляров. 150 % от суточной нормы для взрослого человека содержится в 100 г исследуемого растительного сырья [4].

Заслуживает внимания и минеральный комплекс рассматриваемого растения, надземная часть которого особенно богата железом, марганцем и медью. Железо входит в состав различных по своей функции белков, в том числе ферментов. Участвует в транспорте электронов, кислорода, обеспечивает протекание окислительно-восстановительных реакций и активацию перекисного окисления. Недостаточное потребление ведет к гипохромной анемии, миоглобиндефицитной атонии скелетных мышц, повышенной утомляемости, миокардиопатии, атрофическому гастриту. 92,2 % от суточной нормы для взрослого человека содержится в 100 г травы сныти обыкновенной.

Марганец участвует в образовании костной и соединительной ткани, входит в состав ферментов, включающихся в метаболизм аминокислот, углеводов, катехоламинов; необходим для синтеза холестерина и нуклеотидов. Недостаточное потребление сопровождается замедлением роста, нарушениями в репродуктивной системе, повышенной хрупкостью костной ткани, нарушениями углеводного и липидного обмена. 105 % от суточной нормы для взрослого человека содержится в 100 г исследуемой биомассы.

Медь входит в состав ферментов, обладающих окислительно-восстановительной активностью и участвующих в метаболизме железа, стимулирует усвоение белков и углеводов. Участвует в процессах обеспечения тканей организма человека кислородом. Дефицит проявляется нарушениями формирования сердечно-сосудистой системы и скелета, развитием дисплазии соединительной ткани. 200 % от суточной нормы для взрослого человека содержится в 100 г надземной части сныти обыкновенной.

Учитывая условия городской среды, необходимо разнообразить рацион питания человека продуктами, благотворно влияющими на здоровье, способствующими профилактике заболеваний, детоксикации и общему укреплению организма. Конечно, можно применять хоть и частично, но синтетические медицинские пищевые добавки, имеющие аналогичные свойства. Однако клиниче-

ски доказано, что подобные препараты усваиваются организмом хуже, ввиду своего неприродного (или только частично) происхождения.

Таким образом, представляется вполне обоснованным применение сныти обыкновенной в производстве продуктов лечебно-профилактического назначения, например путем включения ее в составы кондитерских и хлебобулочных изделий. Наиболее реализуемым вариантом считаем добавление сныти в хлебобулочное изделие пониженной влажности хлебцы, а также в диетические батончики. Преимуществами этих категорий товаров, на наш взгляд, являются длительный срок хранения, несложный технологический процесс производства, востребованность на рынке в связи с активной пропагандой здорового образа жизни. Такие продукты направлены как на взрослую, так и на детскую часть населения. Потребление хлебцев и диетических батончиков с добавлением сныти обыкновенной будет способствовать поддержанию здоровья человека.

В перспективе возможна разработка и других продуктов, содержащих целебные компоненты из наземной части сныти обыкновенной, тем самым предлагая потребителю разнообразить свой рацион качественными полезными продуктами.

Список литературы

1. Кротова И. В., Гребенникова А. Е., Зражевская И. В. Региональный рынок продовольственных товаров: анализ потребительских предпочтений // Сб. статей по материалам II Всерос. НПК с междун. участием «Региональные рынки потребительских товаров: качество, экологичность, ответственность бизнеса», 25 января 2019 г. Красноярск : СФУ, 2019.

2. Проднадзор-Инфо : официальный сайт ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва». URL: <http://www.prodnadzor.info>.

3. Рыбакова Г. Р., Кротова И. В., Демакова Е. А. Системный подход в управлении ассортиментом и качеством продукции : монография. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017. 236 с.

4. Агеев В. А. Фармакогностическое исследование сныти обыкновенной : автореф. дис. ... канд. фармацевт. наук. URL: <http://medical-diss.com/medicina/farmakognosti-cheskoe-issledovanie-snyti-obyknovennoy#ixzz5kIn1yuMZ>.

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИНЯТИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ О КЛАССИФИКАЦИИ ТОВАРА В ТАМОЖЕННЫХ ЦЕЛЯХ

А.С. Денисенко*

Научный руководитель Е.А. Демакова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время ассортимент товаров, поступающих на мировой рынок из разных государств, насчитывает сотни тысяч всевозможных видов и разновидностей. Более того, в связи с быстрым ростом инновационных технологий производства появляются товары с новыми свойствами. По этой причине не представляется возможным достаточно полно описать каждый из них в отдельности, если не применять систему их классификации.

Поскольку ТН ВЭД является основой для принятия предварительных решений о классификации товара, то при их подготовке требуется изучение и анализ большого объема информации, в том числе описания товара, текстов товарных позиций, субпозиций, подсубпозиций, примечаний к разделам, группам, товарным позициям, ОПИ. В этой связи для правильной классификации необходим целый комплекс специальных знаний. Поэтому в особо сложных случаях классификацию товаров осуществляют таможенные органы путем принятия предварительных решений.

Цель настоящего исследования – выявление проблем принятия предварительных классификационных решений в государствах – членах ЕАЭС и обоснование необходимости унификации таких процедур.

В настоящее время таможенные органы РФ имеют большой опыт принятия предварительных решений: только за период с начала 2014 г. до конца 2017 г. было принято 6 682. Вместе с тем необходимо отметить, что в среднем примерно по 20 % принятых заявлений принимается решение об отказе в их рассмотрении либо решение об отказе в принятии.

Классификация товаров в соответствии с ТН ВЭД ЕАЭС – это ответственный и сложный этап в деятельности таможенных органов и участников ВЭД, поскольку от точности отнесения товара к той или иной товарной подсубпозиции ТН ВЭД ЕАЭС зависит, прежде всего, применение мер нетарифного регулирования, в частности, применение запретов и ограничений, а также величина таможенной пошлины, налогов [1].

Многие авторы в своих работах по исследованию классификации товаров указывают на несовершенство ТН ВЭД ЕАЭС. По этой причине возникают ошибки при классификации, что может послужить причиной недостоверного декларирования, нарушения установленных запретов и ограничений, а также

* © Денисенко А.С., 2019

занижения размеров таможенных пошлин, налогов или освобождения от их уплаты.

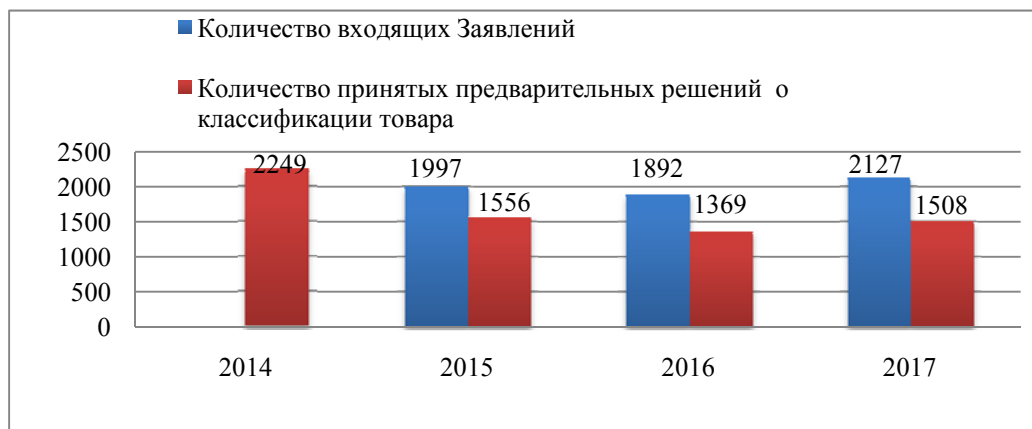


Рис. Анализ динамики принятия предварительных решений таможенными органами РФ с 2014 по 2017 г.

Например, в исследовании «Классификация товаров, произведенных по нанотехнологиям» А. В. Антоненко указывал на проблему недостаточной детализации ТН ВЭД ЕАЭС. Автор поднял вопрос о том, что нанотехническая продукция в ТН ВЭД ЕАЭС не выделяется даже на самом детальном уровне. Так, обычный цемент и наноцемент классифицируются в одной товарной позиции и имеют единую ставку таможенной пошлины. При этом потребительские свойства у наноцемента выше, чем у обычного цемента. По этой причине классифицировать их в одной товарной позиции считается нецелесообразным, что подтверждает необходимость детализации ТН ВЭД ЕАЭС [2].

Судебная практика сложилась так, что во многих случаях по оспариванию принятых предварительных решений суд принимает сторону участника ВЭД. Она показывает, что в настоящее время существуют проблемы с принятием предварительных решений. В их число входят нарушение должностными лицами таможенных органов порядка применения ОПИ, непринятие во внимание текстов примечаний к разделам и группам ТН ВЭД ЕАЭС, текстов пояснений к ТН ВЭД ЕАЭС или сведений, предоставленных заявителем относительно перемещаемого товара, включая предоставленную дополнительную информацию о товаре. Подтверждением тому является достаточно большое количество судебных разбирательств.

Содержательным и представляющим особый интерес является дело между ООО «Эпл Рус» и Центральным таможенным управлением в отношении принятого предварительного решения о классификации «умных часов».

Как следует из материалов дела, ООО «Эпл Рус» был принципиально не согласен с присвоенным кодом 9102 12 000 0 (ставка ввозной таможенной пошлины 10 %), полагая, что при определении кода таможенный орган неправильно применил ОПИ 3 (в), ошибочно считал, что классификация многокомпонентного товара ставится в зависимость от выполняемых им функций. Также декларант ссылался на решение Совета Всемирной таможенной организации о

классификации «умных часов» от 05.03.2015. При этом в копии решения национальной таможенной службы Чили устройства были классифицированы в товарной позиции 8517. Также стоит обратить внимание на то обстоятельство, что в США, Ирландии, Чили, Австралии, Канаде, Японии, Китае, Турции, Колумбии таможенные органы классифицируют Apple Watch в товарной субпозиции 8517 62 (ставка ввозной таможенной пошлины 0 %).

Судебной коллегией по экономическим спорам Верховного суда РФ было вынесено решение в пользу участника ВЭД [3].

Другой проблемой принятия предварительных решений является то, что таможенные органы государств-членов могут по-разному классифицировать один и тот же товар, а выявить это крайне трудно. Это связано с тем, что, как правило, на официальных сайтах, где размещаются принятые предварительные решения, дается громоздкое описание товара, и зачастую строка поиска товара «Описание товара» не дает результата. Переход по многочисленным вкладкам усложняет процесс поиска, растягивая его во времени. Несмотря на это в результате анализа были выявлены расхождения в классификации фитнес-браслетов, осуществляемой таможенными органами государств – членов Союза (таблица).

Таблица

Сравнительный анализ предварительной классификации, осуществляемой таможенными органами государств-членов Союза

Таможенные органы государства – члена Союза	Код товара по ТН ВЭД ЕАЭС	Ставка таможенной пошлины
Россия	9102 12 000 0	10 %
Белоруссия	8517 62 000 9	0 %
Казахстан	8517 62 000 9	0 %

Результатом проведенного исследования является вывод о том, что на территории государств – членов Союза требуется создание условий, не позволяющих одновременное действие предварительных решений по одним и тем же товарам, но с разными классификационными кодами и, следовательно, с разными ставками таможенных пошлин в отношении данных товаров.

Создание в ЕАЭС такой единой системы принятия предварительных решений по классификации товаров исключит возможность для участников ВЭД неправомерного ввоза товара без уплаты таможенных пошлин или с уплатой по более низким ставкам, либо, наоборот, неправомерного взимания таможенными органами таможенных платежей.

Список литературы

1. Захаренко Т. А., Пантелеева В. В., Лебедева Е. С. Анализ ошибок классификации товаров по Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза // Актуальные проблемы развития таможенного дела в условиях современных глобальных изменений : сб. мате-

риалов IX Международной науч.-практ. конференции, 31 октября 2017 г. 2017. С. 72–75.

2. Антоненко А. В. Классификация товаров, произведенным по нанотехнологиям. // Сборник материалов творческого конкурса (эссе) первого (внутри-вузовского) этапа Всероссийской студенческой олимпиады по специальности «Таможенное дело». М. : Российская таможенная академия, 2017. С. 10–14.

3. Определение Верховного суда Российской Федерации от 20.10.2017 по делу № 305-КГ17-31382016 // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.

4. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.consultant.ru>.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА СМЕТАНЫ В КОНТЕКСТЕ ВЫЯВЛЕНИЯ ТОВАРНЫХ РИСКОВ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАКУПОК, ПРОИЗВОДСТВА И СБЫТА

Е.А. Новикова*

Научный руководитель Г.Р. Рыбакова
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

Поиск причин снижения качества продукции до момента ее приобретения конечным потребителем является основной задачей при определении товарных рисков в цепях поставок. Её решение имеет целью устранение этих рисков для снижения объемов материальных и финансовых потерь, уменьшения количества возвратов и претензий от покупателей. Первичный уровень этого поиска должен быть направлен на риски логистического обеспечения закупок, производства и сбыта.

Анализ качественных характеристик скоропортящейся пищевой продукции, к которой относится сметана, выбранная в качестве объекта исследования, позволяет оценить прямое влияние рисков производственного этапа (технологические, сырьевые параметры, соблюдение производителем установленных требований), а также косвенно – рисков, связанных со своевременностью закупок и сбыта (соответствие заказов спросу и возможностям реализации, и связанные с этим сроки нахождения товара в торговой организации).

Представленное исследование является попыткой рассмотреть на примере оценки качества сметаны несколько характерных видов рисков. Особенности изучаемой продукции являются стабильный спрос на продукцию; относительно широкая представленность производителей в товарной нише; доступная цена; невысокая сохраняемость потребительских свойств на этапах транспортирования и хранения.

Целью исследования явилась оценка качества отобранных образцов сметаны различных торговых марок с позиций возникновения товарных рисков в цепях поставок.

Для исследования качества были отобраны пять образцов сметаны разных российских производителей: два образца с 15 % массовой долей жира («Простоквашино» АО «ДАНОН РОССИЯ», «Алтайская буренка» ООО «Алтайская Буренка») и три образца с 20 % массовой долей жира («Красмол» ООО «Крас-Мол», «Село родное» ЗАО АПХ «АргоЯрск» и «Сметана сливочная» ЗАО «Озерский молочный комбинат»).

В ходе анализа обращалось внимание на маркировку: достаточность (полноту содержания), доступность (качество ее нанесения) и достоверность информации. Исследование маркировки сметаны проходило в соответствии с ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции», ТР ТС 022/2011

* © Новикова Е.А., 2019

«Пищевая продукция в части ее маркировки», ГОСТ 31452–2012 «Сметана. Технические условия».

По результатам осмотра потребительской тары исследуемых образцов было отмечено, что у всех образцов сметаны потребительская упаковка ненарушенная, плотно закрытая, чистая, сухая и недеформированная, что соответствует установленным требованиям.

Качество нанесения маркировки не соответствовало у образца торговой марки «Красмол»: дата изготовления указана нечетко, цифры трудно читаются, что можно рассматривать как нарушение: маркировка у данного образца не отвечает требованиям доступности и устойчивости краски к стиранию.

Внешний вид сметаны позволяет с определенной достоверностью судить о ее качестве. Согласно ГОСТ 31452–2012 «Сметана. Технические условия» это должна быть «однородная густая масса с глянцевой поверхностью. Для продукта с массовой долей жира от 10,0 % до 20,0 % допускается недостаточно густая, слегка вязкая консистенция с незначительной крупитчатостью». Цвет сметаны должен быть белый с кремовым оттенком, обязательно равномерным по всей массе. Вкус у натурального продукта чистый кисломолочный. Если сметану производят из рекомбинированных сливок или с добавлением сухого молока, может появиться привкус топленого масла.

Для наглядного отображения органолептических характеристик образцов был проведен дескрипто-профильный анализ с уставленными дескрипторами: вкус (кисломолочный, сливочный); цвет (белый, кремовый); консистенция (жидкая, густая, вязкая, наличие крупитчатости). Результат анализа представлен в виде диаграммы (рис. 1).

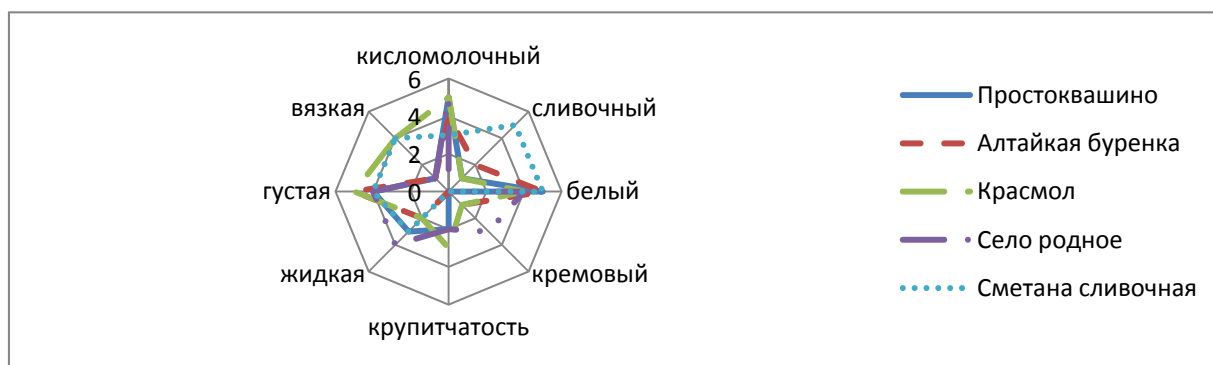


Рис. 1. Результаты дескрипто-профильного анализа исследуемых образцов сметаны

Органолептическая оценка качества образцов сметаны показала, что все образцы соответствуют требованиям ГОСТ 31452–2012 «Сметана. Технические условия» благодаря возможным допущениям. У образцов «Красмол» и «Сметана сливочная» была слегка вязкая консистенция. Также было установлено, у образцов «Простоквашино», «Село Родное» и «Красмол» присутствует незначительная крупитчатость, что свидетельствует о недостаточной степени гомогенизации продукта.

По результатам люминесцентного анализа было выявлено у образцов «Алтайская буренка» и «Сметана сливочная» голубое свечение, что может свидетельствовать либо о введении немолочных жиров, либо о том, что срок реализации у данных продуктов заканчивается.

Реакция на присутствие в сметане крахмальных или щелочных соединений была отрицательная. Следовательно, крахмалосодержащие загустители и щелочные регуляторы кислотности в исследуемых образцах не применялись.

Кислотность позволяет оценивать ряд факторов: соблюдение технологии производства на этапе сквашивания продукта, чистоту применяемой микрофлоры, наличие изменений в процессе хранения. Титруемая кислотность должна соответствовать требованиям ГОСТ 31452–2012 «Сметана. Технические условия». Результаты, полученные в ходе эксперимента, представлены в таблице.

Таблица

Анализ физико-химических показателей исследуемых образцов сметаны

Показатель	Исследуемые образцы сметаны				
	«Алтайская буренка», 15 %	«Простоквашино», 15 %	«Село родное», 20 %	«Красмол», 20 %	Сливочная, 20 %
Титруемая кислотность, °Т					
норма по ГОСТ	От 60 до 100				
фактически	120	95	95	90	100
Массовая доля белка, %					
норма по ГОСТ	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5
фактически	7,64	9,52	2,80	5,61	4,05

Полученные данные показывают, что у сметаны «Алтайская буренка» кислотность существенно выше нормы. Причиной такого отклонения может быть как нарушение чистоты или технологических параметров производственного процесса, так и небрежное отношение к температурным режимам хранения при транспортировании или в реализации.

Содержание белка (с учетом зависимости оптической плотности растворов) во всех образцах выше минимально установленной границы, предусмотренной стандартом (рис. 2).

Таким образом, товарные риски на закупочном, производственном и сбытовом этапах в отношении продукции «Простоквашино», «Село родное» и «Сметана сливочная» не выявлены, продукция в полном объеме соответствует установленным требованиям и могут быть реализована в торговых сетях.

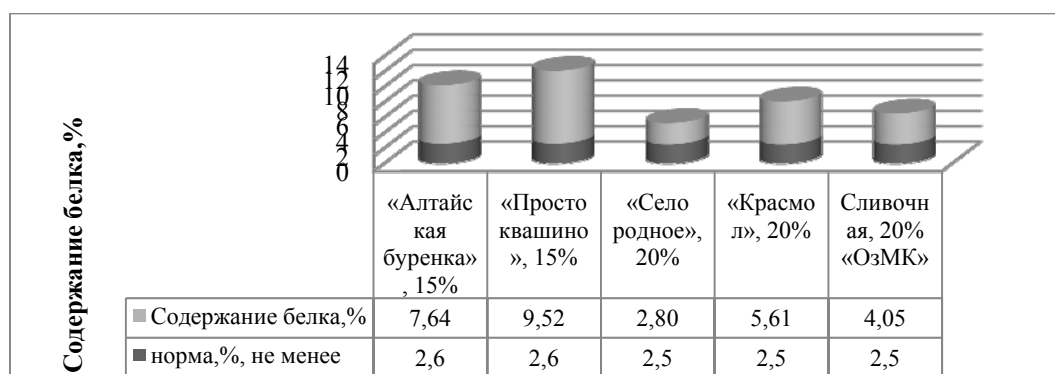


Рис. 2. Массовая доля белка (%) в исследуемых образцах

В отношении образцов «Сметана сливочная» и «Алтайская буренка» источниками выявленных рисков можно считать нарушение рецептуры (подозрение на немолочный жир, чистота заквасочных культур) и технологии либо условий хранения и транспортирования (режимы и сроки). При этом «Сметана сливочная» подлежит срочной реализации или переработке в кулинарных цехах торговых организаций, а «Алтайская буренка» не соответствует установленным нормам по кислотности и должна быть изъята из реализации. В отношении этих образцов можно предполагать как о рисках закупок (непродуманность количества закупаемой продукции), так и сбыта (своевременность доставки, соответствие спросу). Производителю сметаны «Красмол» необходимо указать на качество маркировки, создающее товарный риск, связанный со снижением спроса на продукцию по таким неявным причинам, как небрежное отношение к маркировке.

Список литературы

1. Рыбакова Г. Р., Зотова К. О. Качество продукции и фальсификация как элемент товарного риска в цепи поставок на примере мясо-растительных консервов // Региональный рынок в условиях кризиса. Красноярск : СФУ, 2017. С. 103–107.
2. Технология хранения и транспортирования продовольственных товаров / сост. Г. Р. Рыбакова, И. В. Дойко, Г. С. Гуленкова. Красноярск: СФУ, 2015. URL: <http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u66/i-168164194.pdf>.
3. ГОСТ 31452–2012. Сметана. Технические условия. Введ. 01.07.2013. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098818>.

ПРЕИМУЩЕСТВА АЛЮМИНИЕВОЙ УПАКОВКИ

В.А. Рыжук*

Научный руководитель О.А. Стародуб
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Мировой рынок упаковки на базе алюминия в последние десятилетия быстро растет. Алюминиевая упаковка занимает 13 % общего мирового рынка упаковки и имеет огромный потребительский потенциал.

Если проследить историю баночной индустрии в России, то окажется, что алюминиевая банка – упаковка для нашей страны сравнительно новая. Впервые напиток в банку в России разлили для участников Летних Олимпийских Игр в 1980 г., а спустя 15 лет (1995 г.) начался активный импорт этой упаковки в страну. И только в 1998 г. она была впервые произведена в России [1].

На сегодняшний день алюминиевая банка – это самая цивилизованная упаковка. Напиток в алюминиевой банке сохраняет свои вкусовые качества значительно лучше, чем в пластиковой. Банка непрозрачна, алюминий надежно защищает продукцию от вредного воздействия окружающей среды и практически никак не воздействует на продукцию. Более того, алюминиевая банка считается самой рециклируемой упаковкой в мире: она может перерабатываться неограниченное количество раз без снижения качества вновь произведенных банок. Кроме высоких экологических свойств, алюминиевая банка также экономична при производстве и транспортировке.

Банка является одноразовой упаковкой, что освобождает от затрат, связанных с оборотной тарой, а признание ее наиболее экологичным видом упаковки для напитков является гарантией от введения акцизов на ее использование.

По расчетам российских аналитиков при покупке банка, конечно, дороже стекла, но заканчивается все тем, что «использование банки в производстве на 3,5 % дешевле использования бутылки». При транспортировке на большие расстояния алюминиевая банка обеспечивает уже не потерю, а выигрыш в цене – она ведь намного легче бутылки и не бьется.

Ежегодно в мире рециклируется свыше 100 млрд банок, что составляет более 1,5 млн т алюминия. Лидером в потреблении баночных напитков является США – страна, где появились первые банки. Каждый среднестатистический американец ежегодно употребляет около 375 банок различных напитков, то есть чуть более банки в день. Для европейцев этот показатель составляет 75 банок, для россиян около 30 [2].

Рынок динамично развивается и продолжает расти. Сохранению положительной динамики роста во всех сегментах во многом способствует долгосрочная маркетинговая кампания по продвижению банки, инициированная россий-

* © Рыжук В.А., 2019

скими производителями баночной упаковки. За прошедшие годы удалось создать для этого вида упаковки добавленную потребительскую ценность и обеспечить, таким образом, ее премиальное восприятие.

Необходимо отметить также инновационные разработки в сфере производства банок для напитков. Инновации в упаковке – наиболее серьезный двигатель рынка. В России запущены проекты использования цветных ключиков, розыгрышей, создания мультиупаковок (групповых упаковок для 4 или 6 банок), использования матового лака. Все это с указанными выше факторами позволило баночной упаковке занять 14 % пивного рынка в объемном выражении и 20 % в количественном [2].

Российский рынок алюминиевой тары для напитков нельзя считать зрелым, достигшим стадии насыщения. Текущий этап развития в России пока еще далек даже от Восточной Европы, не говоря о Западной Европе или США. Поэтому отечественный баночный рынок имеет значительный потенциал роста. Есть несколько основных направлений развития. Во-первых, расширение ассортимента банок в плане емкости и размера: например, активно растет сегмент так называемых «слим-банок» емкостью 0,25 л. Во-вторых, различные инновации, которые касаются не только дизайна банок, но и, главное, удобства для потребителя [1].

Из объективных факторов, стимулирующих рост использования баночной тары в России, можно выделить тот, что переработка алюминиевой тары сегодня намного проще и выгодней, чем, допустим, стеклотары. В нашей стране уже существуют и реализуются несколько программ по организации отдельного сбора мусора, в том числе отдельного сбора металлических отходов [2].

Цель исследования – установить преимущества алюминиевой упаковки.

Задача исследования – определение внешнего вида, герметичности, объема и веса алюминиевой и стеклянной упаковок.

В качестве объектов исследования взяты алюминиевая и стеклянная упаковки пива, реализуемого в розничной торговой сети Красноярска: «Сибирская корона классическое», «Клинское светлое», «Stella Artois», «Beck`s», «Старый мельник светлое».

Алюминиевая упаковка пива герметичная, светонепроницаемая; цилиндрической формы, с язычком; оформлена красочно, информация нанесена несмываемой краской, для покрытия использован матовый лак.

Стеклянная упаковка герметичная, стекло темно-зеленого цвета, прозрачное; форма удобная для использования, с зауженным горлышком, этикетка красочная, информация нанесена несмываемой краской, четкая.

Результаты определения объема и веса упаковок представлены в таблице. Объем исследуемой алюминиевой и стеклянной тары для пива – 500 мл, установленные отклонения находятся в пределах допустимой нормы. Средний вес алюминиевой упаковки составил 17,0 г, а стеклянной – 372,0 г. Алюминиевая упаковка для пива по весу легче стеклянной упаковки в 22 раза.

Характеристика алюминиевой и стеклянной упаковок пива

Образцы пива	Алюминиевая упаковка		Стеклянная упаковка	
	объем, мл	вес, г	объем, мл	вес, г
«Сибирская корона классическое»	501,0	17,5	503,5	360,5
«Клинское светлое»	498,5	17,0	505,0	375,0
«Stella Artois»	500,7	17,1	498,5	385,5
«Beck`s»	500,2	17,3	504,0	380,0
«Старый мельник светлое»	500,0	16,9	505,0	360,0

Таким образом, установлено существенное преимущество алюминиевой упаковки – легкий вес, что является положительным фактором при использовании и транспортировании продукции.

Список литературы

1. Альбертова М. Ю., Альбертова О. Ю. История упаковки. М. : Искра, 2009. 165 с.
2. URL: http://www.cleandex.ru/articles/2016/03/04/ecofriendly_materials13.

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА МАРКИ РЕГУЛЯР-92, РЕАЛИЗУЕМОГО НА РЫНКЕ Г. КРАСНОЯРСКА

И.М. Северьянов*

Научный руководитель И.В. Кротова
доктор педагогических наук, кандидат химических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Основную массу автомобильных бензинов в России вырабатывают по ГОСТ Р 51105–97 [2], ГОСТ Р 51866–2002 [3] и ГОСТ 32513–2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [4] или по стандартам организации (СТО). В связи с переходом экономики на рыночные отношения право производить и реализовывать моторные топлива получили не только НПЗ, но и частные предприятия, не занимающиеся нефтепереработкой, а бензин производят из закупленных на НПЗ промежуточных продуктов переработки нефти. При этом широко используются высокооктановые добавки и антидетонационные присадки. Таким образом, в сеть АЗС попадает значительное количество суррогатов, применение которых зачастую приводит к выходу из строя, например, двигателей внутреннего сгорания [5].

Применение присадок и добавок к бензину на законодательном уровне фактически не регламентируется. ГОСТ регламентирует только содержание кислородсодержащих компонентов (ряд спиртов, эфиров и других оксигенатов).

Очевидно, что современные автомобильные бензины должны обеспечивать экономичную и надежную работу двигателя и удовлетворять требованиям эксплуатации: иметь хорошую испаряемость, позволяющую получить однородную топливо-воздушную смесь оптимального состава при любых температурах; иметь углеводородный состав, обеспечивающий устойчивый, бездетонационный процесс сгорания во всех режимах работы двигателя; не изменять своего состава и свойств при длительном хранении; не оказывать вредного влияния на детали топливной системы, резинотехнические изделия и прочее [5]. Поскольку все виды нефтяного топлива токсичны, применение их при эксплуатации техники должно быть организовано с учетом вредного воздействия на человека и окружающую среду [6]. В последние годы происходит ужесточение требований к экологическим свойствам топлива.

После вступления России в Таможенный союз на ее территории действует Технический регламент Таможенного союза «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту» [1]. Данный технический регламент устанавливает требования к топливу в целях обеспечения защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды, предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно его назначения, безопасности и энергетической эффективности. Все виды топлива, выпускаемые в стране,

* © Северьянов И.М., 2019

должны в обязательном порядке соответствовать его требованиям. Однако, по разным оценкам, в России сегодня от 30 до 50 % бензина является фальсификатом.

Безусловно, данная проблема не остается вне зоны внимания различных надзорных ведомств. Так, руководитель Росстандарта А. Абрамов в своем интервью «Российской газете» отметил, что внезапные проверки автозаправочных станций (АЗС), проведенные специалистами ведомства в 2015–2016 гг., позволили достичь очень хороших показателей по качеству топлива в сегменте сетевых заправок. Однако по независимым АЗС ситуация первоначально несколько улучшилась, а затем положительная тенденция пошла на спад. В ближайших планах – вторая волна проверок, которая коснется АЗС во всех регионах страны. Для Красноярского края, прежде всего Красноярска и Норильска, в которых проблема «чёрного неба» является многолетней, эти проверки особенно важны.

Свыше 90 % всего товарного бензина выпускается на НПЗ, где контроль качества продукции осуществляется центральной заводской лабораторией. Дополнительный контроль качества выполняется представителями заказчика через систему аккредитованных Росстандартом лабораторий при поступлении топлива на нефтебазу, хранении в резервуарах, отпуске нефтепродуктов и поступлении на АЗС. Такая многоступенчатая система контроля призвана полностью исключить поступление некачественного моторного топлива на розничный рынок.

Однако, помимо НПЗ, выпуском топлива занимаются и частные производители. Как правило, для этой цели арендуются простаивающие нефтехранилища, а бензин получают смешиванием готовых компонентов, выпущенных промышленным способом. Надо признать, что даже в таких «кустарных» условиях можно делать вполне качественное топливо. Но на практике часто случается по-другому. Нередко такой бензин не соответствует ГОСТу по октановому числу, а содержание добавок в нем значительно превышает допустимые концентрации.

Для повышения октанового числа в бензиновых смесях с использованием низкооктановых компонентов применяются антидетонаторы на основе соединений свинца, марганца и железа, которые крайне отрицательно влияют на окружающую среду и человека. Как установлено специалистами, соединения указанных металлов влияют на кровеносную, нервную и мочеполовую системы, вызывают цирроз печени, пневмонию, а также снижение умственных способностей у детей. Свинец откладывается в костях и других тканях человека [6]. В связи с ужесточением экологических требований использование антидетонаторов, представляющих опасность для здоровья человека, во многих странах запрещено.

Цель настоящего исследования – мониторинг качества бензина марки Регуляр-92 (АИ-92-К5), реализуемого на АЗС г. Красноярска, на соответствие требованиям ГОСТ 32513-2013 и ТР ТС 013/2011.

Для проведения испытаний на шести заправках г. Красноярска и пригорода были приобретены образцы бензина марки АИ-92-К5. Продукция исследова-

лась в АИЦ ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва» по следующим показателям: октановое число, концентрация серы, концентрация фактических смол, плотность и фракционный состав. Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица

**Результаты мониторинга бензина
автомобильного марки Регуляр-92 (АИ-92-К5)**

Но- мер об- разца	Наименование и адрес АЗС	Наличие информации о производителе и дате выработки бен- зина	Стои- мость, руб. за 1 л	Результаты испыта- ния
1	АЗС «25 часов», п. Солонцы, 1 км трассы М-53 (ООО «Брэстон»)	Информация о топ- ливе представлена на стенде для потреби- теля	35,7	Соответствует тре- бованиям НТД по всем исследуемым показателям
2	АЗС «Стандарт 24», пр. Котельникова, 5 (ИП Сигарев А.В.)	Информация о топ- ливе представлена на стенде для потреби- теля	34,9	Не соответствует по показателю «окта- новое число»: 89,2 при норме не менее 92,0
3	АЗК № 31, с. Дрокино, 803 км авто- дороги «Байкал» (ООО «РН- Красноярскнефтепро- дукт»)	Информация о топ- ливе представлена на стенде для потреби- теля	35,7	Соответствует тре- бованиям НТД по всем исследуемым показателям
4	АЗС № 259 Северное шоссе, 17Ж (ООО «Газпромнефть- Центр»)	Информация о топ- ливе для потребителя отсутствует	36,25	Соответствует тре- бованиям НТД по всем исследуемым показателям
5	АЗС «Регион 24» Енисейский тракт, 3/2 (ООО «Регион 24»)	Информация о топ- ливе для потребителя отсутствует	35,7	Соответствует тре- бованиям НТД по всем исследуемым показателям
6	АЗС «КНП» 12 км Енисейского трак- та (ООО «КиТ»)	Информация о топ- ливе для потребителя отсутствует	37,0	Не соответствует по показателю «кон- центрация серы»: 29,0 мг/кг при норме не более 10,0 мг/кг

Как следует из представленных в таблице данных, в образце, приобретенном на АЗС «Красноярскнефтепродукт» (ООО «КиТ»), установлено несоответствие по показателю концентрация серы, а в образце, взятом на АЗС «Стандарт 24» (ИП Сигарев А.В.), установлено несоответствие по показателю «октановое число», что свидетельствует о реализации на указанных заправочных станциях фальсифицированного бензина марки Регуляр-92. Кроме того, следует отме-

тить, что на трех АЗС (ООО «Газпромнефть-Центр», АЗС № 259; ООО «КиТ», АЗС «КНП» и ИП Сигарев А.В., АЗС «Стандарт 24») отсутствовали сведения на стандах о топливе, что является нарушением прав потребителя в части получения информации о приобретаемом товаре.

Применение некондиционного бензина приводит к преждевременному выходу из строя поршневой группы, топливной системы, а также других деталей двигателя, что, в свою очередь, приводит к повышению токсичности отработавших выхлопных газов. В атмосферу технически неисправные автомобили выбрасывают в 1,5–2 раза больше вредных веществ, чем технически исправные. В число токсичных выбросов автомобилей входят: оксиды углерода и азота, углеводороды, сажа, альдегиды, диоксид серы.

Учитывая особенности географического расположения города Красноярска в котловине и связанные с этим ограниченные возможности свободного перемещения воздушных масс, регистрируемый уровень загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, сероуглеродом, окисью углерода и другими токсикантами может способствовать появлению массовых случаев жалоб населения на различные дискомфортные состояния [7].

Таким образом, проведенный мониторинг качества автомобильного бензина марки АИ-92-К5 выявил наличие фальсифицированной продукции на трех исследованных АЗС. Данное обстоятельство делает необходимым постоянный государственный контроль за деятельностью заправочных станций необходимым условием защиты прав потребителей, а также прав человека на здоровую полноценную жизнь.

Список литературы

1. ТР ТС 013/2011. О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту. Технический регламент Таможенного союза (с изм. на 02.12.2015). Введ. 2015-12-23 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902320557> (дата обращения 03.01.2019).
2. ГОСТ Р 51105–97. Топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин. Технические условия. Введ. 1999-01-01. М.: Госстандарт России, 2009. 23 с.
3. ГОСТ Р 51866–2002 (ЕН 228–2004). Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. Введ. 2002-07-01. М.: Госстандарт России, 2009. 27 с.
4. ГОСТ 32513–2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
5. Виноградов О. В., Карелина А. С. Влияние показателей качества автомобильного бензина и дизельного топлива на состояние окружающей среды // Молодой ученый. 2016. № 8. С. 194–199. URL: <https://moluch.ru/archive/112/28244> (дата обращения: 03.01.2019).

6. Выхлопные газы, их состав и действие на организм человека [Электронный ресурс]. URL: http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/Exhaust_gases.html.

7. Кротова И. В., Мельник Т. В., Северьянов И. М. Экологические последствия использования фальсифицированных автомобильных бензинов // Региональные рынки потребительских товаров: качество, экологичность, ответственность бизнеса : сб. статей по материалам II Всерос. НПК с междун. участием, 25 января 2019 г. Красноярск: СФУ, 2019.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЫРКОВ ТВОРОЖНЫХ ГЛАЗИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫХ ТОРГОВЫХ МАРОК

С.Т. Туратбекова*

Научный руководитель Г.Р. Рыбакова
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

Творожный глазированный сырок – формованная творожная масса, полученная из подпрессованного творога, покрытая глазурью из пищевых продуктов. Глазированные сырки отличаются высокой питательностью благодаря высокому содержанию белков и углеводов. Белки творога лучше усваиваются организмом, чем белки свежего молока [1]. Поэтому в данный момент исследование качества является важной задачей для наполнения рынка безопасной продукцией, полезной для здоровья и удовлетворяющей требованиям потребителя.

Сейчас на рынке представлен довольно разнообразный ассортимент творожных сырков, а значит есть большой риск приобрести фальсифицированную продукцию [2].

Цель настоящей работы – оценка качества глазированных творожных сырков различных торговых марок.

Для исследования качества были отобраны пять образцов творожных глазированных сырков с массовой долей жира 20 % разных торговых марок, реализуемых в розничной торговой сети г. Красноярск: два образца торговой марки «А.В. Кривошеков» – с ванилином в кондитерской глазури и трюфель шоколадный, «Снеговичок», «Маслобоево», «Творожный».

При внешнем осмотре упаковки и анализе маркировки образцов творожных глазированных сырков обращалось внимание на качество нанесения маркировки, полноту ее содержания, доступность и достоверность информации.

Исследование маркировки сырков проходило в соответствии с Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности молока и молочной продукции» (ТР ТС 033/2013), Техническим регламентом Таможенного союза «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011), ГОСТ Р 51074–2003 «Продукты пищевые. Информация для потребителя», ГОСТ 33927–2016 «Сырки творожные глазированные. Общие технические условия».

В результате внешнего осмотра потребительской упаковки исследуемых образцов было сделано следующее заключение: у всех образцов творожных глазированных сырков потребительская упаковка ненарушенная, швы плотно запаяны, поверхность чистая, сухая и недеформированная, что соответствует требованиям действующего стандарта [3].

Маркировочные данные, нанесенные на потребительскую тару, во всех образцах творожных изделий отвечали требованиям Технического регламента Таможенного союза: информация нанесена читаемыми шрифтами с контраст-

* © Туратбекова С.Т., 2019

ным фоном, легко читаема, что соответствует требованию доступности. Ее полнота согласно требованиям присутствует в полном объеме, является исчерпывающей, что соответствует требованию достаточности информации о товаре.

На следующем этапе идентификации проводилась органолептическая оценка качества творожных глазированных сырков. В соответствии с ГОСТ 33927–2016 «Сырки творожные глазированные. Общие технические условия», форма продукта может быть различной, но обязана быть ненарушенной, равномерно покрытой глазурью. На основании продукта допускается просвечивание творожной массы от оттисков сетки для глазури и транспортной ленты. Поверхность глазури – гладкая, блестящая или матовая, не липнущая к упаковочному материалу. Для замороженного продукта после размораживания допускается наличие на поверхности глазури капелек влаги.

Вкус и запах – чистый, кисломолочный, сладкий, с выраженным вкусом и запахом.

Консистенция – нежная, однородная, в меру плотная, с наличием внесенных пищевых продуктов [1]. Характеристики объектов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Органолептические показатели качества сырков

Показатель качества	Норма по ГОСТ 33927–2016	Исследуемые образцы				
		«Маслобоевое» с ванилином	«Творожный» с ванилью	«Снеговичок»	«А.В. Кривошеков» с ванилином	«А.В. Кривошеков» трюфель шоколадный
Внешний вид форма	Различной формы, равномерно покрытая глазурью	Овальная, равномерно покрытая глазурью		Прямоугольная, равномерно покрытая глазурью		
Вкус и запах	Кисломолочный, с выраженным вкусом и запахом	Чистый, кисломолочный, с выраженным вкусом и запахом			Кисломолочный, с выраженным вкусом и запахом	Чистый, сладкий, с выраженным вкусом и запахом
Цвет	Белый, кремовый, глазурь в зависимости от вида	Белый			Кремовый	Коричневый
Консистенция	Нежная, однородная, в меру плотная	Нежная, однородная, в меру плотная				

Оценка качества отобранных глазированных сырков показала, что образцы «Снеговичок», «А.В. Кривощек» с ванилином и «А.В. Кривощек» трюфель шоколадный имеют прямоугольную форму, а образцы «Маслобоево» и «Творожный» – овальную.

Все образцы с выраженным запахом и вкусом, а образец «А.В. Кривощек» с ванилином имеет более выраженный сладкий вкус, что характеризуется присутствием ароматизатора, указанного в составе.

По показателям цвета «Маслобоево», «Творожный», «Снеговичок» имеют белый цвет, «А.В. Кривощек» с ванилином кремовый, «А.В. Кривощек» трюфель шоколадный имеет коричневый цвет.

Консистенция у всех образцов нежная, однородная, в меру плотная.

Органолептическая оценка качества творожных глазированных сырков показала, что все образцы соответствуют требованиям, установленным в ГОСТ 33927–2016 «Сырки творожные глазированные. Общие технические условия».

Для определения физико-химических показателей качества были исследованы следующие комплексы показателей: влажность, кислотность, фосфатаза, реакция на крахмал. Характеристики объектов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-химические методы исследований

Показатель качества	Характеристика показателей по ГОСТ 33927–2016	Исследуемые образцы				
		«Маслобоево» с ванилином	«Творожный» с ванилью	«Снеговичок»	«А.В. Кривощек» с ванилином	«А.В. Кривощек» трюфель шоколадный
Влажность, % не более	От 33,0 до 55,0 включительно	36,7	33,5	47,8	36,8	49,6
Кислотность, °Т	От 160,0 до 220,0 включительно	165,25	164,16	208,32	160,67	208,32
Фосфатаза	Отсутствие	–	–	–	–	–
Реакция на крахмал	Отсутствие	–	–	–	–	–

По результатам физико-химического анализа исследуемых образцов по влажности было отмечено у образца «Творожный» самое низкое значение показателя, а наиболее высокое у образца «А.В. Кривощек» трюфель шоколадный. При этом все значения укладывались в установленный нормой диапазон значений (от 33,0 до 55,0 % включительно).

По показателю кислотность полученные значения у образца «А.В. Кривощек» с ванилином имели самый низкий результат, у образцов «Снегови-

чок» и «А.В. Кривошеков» трюфель шоколадный отмечены наиболее высокие значения. Все значения находились в пределах нормы.

При определений фосфатазы и реакции на крахмал все образцы показали отрицательный результат, что указывает на их отсутствие в исследуемых образцах.

По результатам физико-химического исследования можно сделать вывод о том, все образцы не выходят за пределы допустимых норм ГОСТ 33927–2016.

Таким образом, обобщая все результаты исследования, можно сделать заключение о полном соответствии всех анализируемых образцов требованиям нормативных документов по рассмотренной группе показателей (состояние упаковки, качество и содержание маркировки, органолептические показатели и ряд физико-химических характеристик – влажность, кислотность, фосфатаза, реакция на наличие крахмала).

Список литературы

1. ГОСТ 33927–2016 Сырки творожные глазированные. Общие технические условия. Введ. 01.09.2017. М. : Стандартинформ, 2016. 12 с.

2. Рыбакова Г. Р., Кротова И. В., Демакова Е. А., Дойко И. В., Зобнина И. А., Гуленкова Г. С. Системный подход в управлении ассортиментом и качеством продукции. Красноярск : Сибирский федеральный университет, Торгово-экономический институт, 2017.

3. Рыбакова Г. Р., Дойко И. В. Технология хранения и транспортирования продовольственных товаров : учеб. пособие. Красноярск : Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2008.

4. Рыбакова Г. Р., Дойко И. В. Функциональные добавки : учеб. пособие. Красноярск : Красноярский государственный торгово-экономический институт, 2006.

**Современные технологии
в образовании, психологии,
социологии и PR**

ЦЕННОСТНЫЕ ОРИЕНТАЦИИ И ВЫБОР СТРАТЕГИЙ ПОВЕДЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

И.Г. Жигаев*

Научный руководитель М.В. Ростовцева
доктор философских наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Ценностные ориентации являются важной частью человеческой личности. Они служат основанием для принятия решений, влияющих на поведение. Жизненные ценности и поведение школьников всегда являлось объектом пристального внимания общества, так как в зависимости от того, какой ценностный фундамент будет сформирован у молодого поколения, во многом зависит способность эффективно взаимодействовать в социальной среде [1].

В связи с ростом агрессии, конфликтов, социального напряжения в школьной среде необходимо формирование современных эффективных механизмов управления межличностными отношениями школьников на основе целенаправленного формирования ценностных ориентаций, определяющих векторы социально приемлемого поведения [2].

Исследовав ценностные ориентации и стратегии поведения старших школьников, можно разработать рекомендации по их целенаправленному формированию в образовательной среде и для коррекции стратегий взаимодействия в различных сферах жизнедеятельности [3].

Сопоставив несколько методик по выявлению ценностных ориентаций, мы отобрали те из них, которые подходят по возрастным параметрам и дополняют друг друга:

- 1) методика рисуночной фрустрации Розенцвейга в работе с детьми;
- 2) методика «Ценностные ориентации» М. Рокича;
- 3) двухмерная модель стратегии поведения личности К. Томаса и Р. Киллмена.

Стимульный материал методики рисуночной фрустрации Розенцвейга составляют 15 рисунков, на которых изображены лица, находящиеся в проблемной ситуации. Один из персонажей произносит фразу, которой описывается суть возникшей проблемы. Над другим персонажем изображен пустой квадрат. Испытуемый должен дать за него любые пришедшие ему на ум ответы. Их содержание анализируется с целью выявления типа агрессии и ее направленности (на себя или на других).

Методика Розенцвейга позволяет выявить приоритетные модели поведения в отношениях: в школе; со сверстниками; в семье [4].

* © Жигаев И.Г., 2019

Методика Рокича «Ценностные ориентации» позволяет исследовать направленность личности и определить ее отношение к окружающему миру, к другим людям, к себе, ключевые мотивы поступков, основу «философии жизни» [5].

М. Рокич различает два класса ценностей – терминальные и инструментальные: терминальные ценности – это ценности-цели; инструментальные ценности – это ценности-средства [6].

Для интерпретации результатов исследования по методике Розенцвейга мы опирались на теорию двухмерной модели стратегий поведения личности К. Томаса и Р. Килмента.

Мы сопоставили ценности школьников и выбираемые ими стратегии поведения в конфликте со сверстниками, в школе и в семье.

В феврале 2019 г. по данным методикам мы провели исследование 30 школьников из 8 «А», 8 «Б» и 8 «В» классов МБОУ СШ № 12 и получили следующие результаты.

Из всех опрошенных стратегию поведения «сотрудничество» не выбрал никто.

Стратегия поведения «компромисс» не была выбрана при взаимодействии в школе, да и при взаимодействии со сверстниками и в семье используется реже (всего 7 % и 7,5 % опрошенных соответственно).

Наиболее распространенными стратегиями поведения в конфликте были «избегание», «уступка» и «соперничество». Причем в отношениях со сверстниками на первое место вышла стратегия поведения «соперничество» – 43 % опрошенных, в школе лидирующей стратегией оказалось «избегание» – 50 % опрошенных, а в семье «уступка» – 53 % опрошенных.

Ценностные ориентации распределились следующим образом.

В отношениях со сверстниками:

1) респонденты, выбравшие стратегию «избегание», руководствуются в равной мере такими ценностями, как творчество, здоровье, развитие, друзья среди терминальных ценностей, а среди инструментальных ценностей на первое место ставят аккуратность;

2) респонденты, выбравшие стратегию «уступка», выделяют такие терминальные ценности, как здоровье и любовь. Среди инструментальных ценностей выделяется аккуратность;

3) респонденты, выбравшие стратегию «соперничество», среди терминальных ценностей выделяют любовь. Инструментальные ценности, которые выделили опрошенные, – это самоконтроль, образованность и аккуратность;

4) респонденты, выбравшие стратегию «компромисс», руководствуются, прежде всего, такими ценностями, как здоровье и признание среди терминальных ценностей. Аккуратность и воспитанность среди инструментальных ценностей.

Стратегию «сотрудничество» никто из респондентов не выбрал.

В отношениях в школе:

1) респонденты, выбравшие стратегию «избегание», на первое место ставят здоровье среди терминальных ценностей. Среди инструментальных ценностей значительно выделяется ценность аккуратность;

2) респонденты, выбравшие стратегию «уступка», прежде всего выделяют любовь, здоровье и жизненную мудрость среди терминальных ценностей. Среди инструментальных ценностей выделяется жизнерадостность;

3) респонденты, выбравшие стратегию «соперничество», на первое место среди терминальных ценностей ставят семейную жизнь. Среди инструментальных ценностей ставят образованность.

Такие стратегии, как «компромисс» и «сотрудничество», опрошенными выбраны не были.

В отношениях в семье:

1) респонденты, выбравшие стратегию «избегание», руководствуются такими ценностями, как здоровье, творчество, счастье других и друзья, в равной степени среди терминальных ценностей. Среди инструментальных ценностей также в равной мере отмечают жизнерадостность, исполнительность, аккуратность и отстаивание собственного мнения.

2) респонденты, выбравшие стратегию «уступка», особенно выделяют среди терминальных ценностей здоровье. Среди инструментальных ценностей на первое место ставят аккуратность.

3) респонденты, выбравшие стратегию «соперничество», на первое место среди терминальных ценностей ставят любовь и развитие. Среди инструментальных ценностей на первое место ставят аккуратность и образованность.

4) респонденты, выбравшие стратегию «компромисс», в равной степени отмечают любовь и признание среди терминальных ценностей, воспитанность и жизнерадостность среди инструментальных ценностей.

Полученные результаты мы проанализировали методом хи-квадрат Пирсона и выявили, что ценностные ориентации влияют на выбор стратегии поведения школьников: школьники, ставящие на первое место такую ценность, как «здоровье», никогда не выбирают стратегию поведения «соперничество», причем во всех трех ситуациях: в семье, в школе и во взаимодействии со сверстниками.

Список литературы

1. Яковлев Е. В., Яковлева Н. О. Педагогическое исследование: содержание и представление результатов : монография. Челябинск : Изд-во РБИУ, 2010. 316 с.

2. Докучаев И. И. Ценность и экзистенция. Основоположения исторической аксиологии культуры. М. : Наука, 2009. 595 с.

3. Селезнёв В. Н., Овсяник О. А. Ценностные ориентации старших школьников // Вестник МГОУ. Серия : Психологические науки. 2017. № 4. С. 68–79.

4. Красовский Ю. Д. Архитектоника организационного поведения. М. : Юнити-Дана, 2003. 334 с.

5. Петров А. В. Ценностные предпочтения молодежи: диагностика и тенденции изменений // Социологические исследования. 2008. № 2. С. 83–90.
6. Алексеева В. Г. Ценностные ориентации как фактор жизнедеятельности и развития личности // Психол. журн. 2014. Т. 5. № 5.

ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК РЕСУРС РАЗВИТИЯ ДЛЯ ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КОММУНИКАТИВНЫХ ПРАКТИК

Е.Ю. Кабакова*

Научный руководитель Ю.Г. Юдина
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Телекоммуникации с помощью компьютерных сетей – принципиально новый пласт социальной реальности. Психологические исследования в этой области ведутся сравнительно недавно, преимущественно в рамках зарубежной психологии. Однако уже получены подтверждения того, что виртуальные коммуникации существенно отличаются от реального межличностного общения.

Потребность в общении актуализируется в подростковом возрасте, когда подросток опробует разные модели поведения в ситуациях взаимодействия со взрослыми и сверстниками. Подросток осваивает, как пишут В. Г. Васильев, Ю. Г. Юдина [1], позиции «замышлятеля» и «организатора» в отраженных (игровых) социальных практиках, что в юношеском возрасте позволяет им осваивать эти же позиции, но уже в реальных социальных практиках. В юношеском возрасте этот опыт становится важным по отношению к выбору профессии и планированию собственного пути.

И. С. Кон [2] в своих работах говорит о формировании жизненных планов как о характерной черте юношеского возраста. Из мечты юноши, где все возможно, и идеала как абстрактного, иногда заведомо недостижимого образца, постепенно вырисовывается более или менее реалистический, ориентированный на действительность план деятельности. В работе П. А. Сергоманова [3] говорится о том, что юноши и девушки старшего школьного возраста переходят к планированию своего настоящего с точки зрения идеальной цели будущего.

Таким образом, развернутое действие планирования в реальном живом взаимодействии с другими становится центральным в юношеском возрасте. Мы полагаем, что действие планирования – это способность самостоятельного согласования юношей собственных целей, наличных и отсутствующих ресурсов и условий объективной реальности.

Проблемным полем нашего исследования является актуальный для современного поколения юношей дефицит реального общения в сравнении с виртуальным, возрастающая потребность старших школьников в развивающей их коммуникации и межличностной кооперации для профессионального самоопределения, а также создание практики развития действия планирования и рефлексивной способности для школьников и студентов юношеского возраста.

Основная гипотеза нашего исследования – для открытия в юношеском возрасте содержания действия планирования необходимо организовать дея-

* © Кабакова Е.Ю., 2019

тельность, в которой юноша удерживает отношение трёх основных компонентов действия: целей, ресурсов и условий объективной реальности в процессе развивающей коммуникации и межличностной кооперации. Перед нами появилась задача создать условия, в которых участник мог бы обнаружить отношение компонентов действия планирования и опробовать его в деятельности, таким образом освоив этот конструкт.

Нами был выбран формат деловой настольной игры. Деловая игра, в отличие от традиционных методов обучения, по своей природе основывается на средствах личностного вовлечения ее участников в учебно-развивающий процесс, воздействуя на их мотивационную сферу. С помощью деловой игры создаются условия для возникновения потребности в принятии самостоятельных творческих решений. Личностная вовлеченность в процесс обучения и развития через игру – это тот психологический эффект, который возникает в процессе игры благодаря ее деятельностному характеру.

Необходимость согласования компонентов действия планирования заложена в основу динамики разработанной нами игры. Участник на каждом этапе принимает решения, проектирует и перепроектирует свой игровой путь, сверяет свои действия с поставленной целью, действует в ситуации неопределенности, когда условия могут внезапно измениться как в положительном направлении для игрока, так и в отрицательном направлении. При этом игрок находится в коммуникации с другими участниками, имеет право обмениваться и продавать любые ресурсы, фирмы, открывать совместные фирмы

По результатам пилотной апробации деловой игры со старшеклассниками и взрослыми мы провели анкетирование согласно критериям планирования, соответствующим его содержанию.

Таблица

Результаты пилотной апробации игры

Критерий разворачивания действия планирования	Старшие школьники и студенты 1-2 курсов	Взрослые
Ставит перед собой цели, удерживает их	37,5 %	100 %
Строит стратегию, просчитывает варианты ходов наперед	50 %	66 %
Продумывает каждый свой ход	68,7 %	100 %
Имеет в запасе несколько вариантов одного хода в зависимости от игровых условий (тактика)	37,5 %	83 %
Перестраивает свою стратегию в новых условиях	62,5 %	83 %
Видит, каких конкретно ресурсов не хватает	68,7 %	83 %
Находит способы получения необходимых ресурсов	81,25 %	83 %
Сотрудничает с другими игроками в своих интересах	87,5 %	100 %
Рефлексирует в отношении своих действий	81,25 %	83 %

По результатам мы увидели, что наша игра адекватна выбранному нами юношескому возрасту, поскольку она является формирующей по таким показателям планирования, как целеполагание – 37,5 %, выработка тактики и ее связь с разными условиями игры – 37,5 %, при этом работа со своими ресурсами – 81,25 %, рефлексия – 81,25 % и сотрудничество с другими – 87,5 % уже является опорой для юношей, которой он активно пользуется в игре и которая должна была сложиться еще в подростковом возрасте.

Список литературы

1. Васильев В. Г., Юдина Ю. Г. Структура рефлексивного развития человека в возрастной динамике как основа психолого-педагогического проектирования // Психологическая наука и образование. 2014. № 2. С. 35–49. URL: http://psyjournals.ru/psyedu_ru/2014/n2/69252.shtml.
2. Кон И. С. Психология юношеского возраста: проблемы формирования личности : учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1979. 175 с.
3. Сергоманов П. А. К вопросу о ведущей деятельности в юношеском возрасте // Сборник конференции «Педагогика развития». Красноярск : ККИПК и ППРО, 2000. С. 59–65.

**СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ В ВЕНЕСУЭЛЕ
В 2019 ГОДУ С ПОЗИЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ
К АНАЛИЗУ СОЦИАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ**

М.В. Кожевникова*

Научный руководитель Д.О. Труфанов
кандидат социологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Современные средства теле- и интернет-коммуникации переполняются информацией о политическом кризисе в Венесуэле. События, происходящие в этой стране, вызывают мировой интерес и требуют разрешения накопившихся проблемных вопросов. Из различных источников становится понятно: в Венесуэле решается вопрос о власти. При этом во многих публикациях по данной теме в средствах массовой информации содержатся политически ангажированные мнения, основанные на различных ценностных подходах к пониманию политических отношений. Это затрудняет анализ происходящих в Венесуэле событий. В рамках данной статьи представлен метод анализа вышеупомянутого кейса с позиций современных научных подходов к пониманию социальных изменений, который позволит всесторонне охватить процесс и сделать выводы, основанные на ценностно-нейтральном подходе. На сегодняшний день ведётся много политических и экономических дискуссий, направленных на объяснение венесуэльского кризиса. Рассмотрим политический кризис в Венесуэле с позиций трех подходов – конспирологии, психоистории и синергетики, которые в научной литературе называют современными или нетрадиционными [3, 4].

В январе 2019 г. политический кризис в Венесуэле перешёл в более острую фазу – в стране возникло два центра власти: Николас Мадуро, который является легитимным правителем, и Хуан Гуайдо, лидер оппозиции. Сейчас эти два центра активно ведут борьбу за доминирование. В 2018 г. Венесуэла находилась в условиях ограниченных политических возможностей и не поддерживала отношения со многими соседними государствами. Страна страдает от гиперинфляции, дефицита товаров, низких заработных плат, уровень жизни здесь соответствует самым низким показателям. В государстве подавлялись митинги, выступавшие за увеличение полномочий оппозиции. В части социальных общностей президенту был присвоен ярлык диктатора. Ситуация способствовала распространению всё более негативных настроений. В январе 2019 г. лидер оппозиции Х. Гуайдо на одном из митингов объявляет себя президентом. Армия не поддержала «нового правителя», но он получил поддержку со стороны многих граждан. Сам Х. Гуайдо заявил, что все его действия опираются на конституцию страны, в которой сказано, что, в случае невозможности исполнения президентом обязанностей, власть переходит к главе Национальной ассамблеи (кем он и является). Такое выдвижение поддержали США, Канада и ряд других

* © Кожевникова М.В., 2019

стран. Более того, США передали все венесуэльские активы новому лидеру оппозиции. Николас Мадуро получил поддержку от России, Китая, Кубы и некоторых других государств. Таким образом, сложилась ситуация противостояния двух центров, разрешение которой окажет влияние на дальнейшее развитие Венесуэлы, а также, возможно, и на политические отношения между государствами.

Существуют основания для применения конспирологической модели социальных изменений к анализу ситуации в Венесуэле. Многие авторы высказывают предположения о том, что основным игроком в описанных событиях являются США. По данным открытых источников в СМИ становится известно следующее: Х. Гуайдо позвонил вице-президент США и пообещал поддержку, если тот возьмет управление Венесуэлой в свои руки. Такая смена правительства станет начальным этапом новой стратегии по укреплению влияния США в Латинской Америке. Помимо этого, Вашингтону необходимо ограничить распространение влияния в регионе со стороны России, Ирана, Китая. Очевидно, США пытаются укрепить свою национальную мощь за счёт кризиса другой страны. Венесуэла – лидер среди стран региона по добыче нефти. Получив контроль над венесуэльской нефтью, США могут использовать его как инструмент влияния на мировой рынок энергоносителей и сдерживания экономического развития своего геополитического противника – России. Если на пост президента попадёт «свой человек», то можно ударить по ценам на нефть и продать её дешевле. Такое нововведение может отразиться на экономической стабильности России. Вместе с тем слабое место конспирологических теорий – это верификация. Возможности эмпирической проверки их выводов крайне ограничены, поэтому выводы основаны на построении логических моделей социально-политических процессов и являются вероятностными.

Далее обратимся к психоистории – научной дисциплине, предметом которой выступает изучение взаимосвязи исторических событий и психологических феноменов [2]. Согласно данному подходу в ходе исторического развития формируются разные психоклассы, которые отличаются воспитанием, взглядами и установками. Чтобы объяснить какой-либо социальный процесс, нужно принять во внимание, каким психоклассом он реализуется, это во многом позволит объяснить ситуацию и её причины.

Николас Мадуро – 56-летний президент, которого объявили деспотом, узурпатором; Хуан Гуайдо – 35-летний «инноватор» в Национальной ассамблее Венесуэлы. Это представители двух совершенно разных поколений. Они имеют разный набор ценностей, у них разное воспитание. Старший – приверженец более традиционных взглядов и репрессивных мер. Младший – представитель «нового мира», где иные нормы и ценности, главными из которых являются свобода и равноправие. Представители разных психоклассов действуют по разным стратегиям, которые строятся на основе результатов их социализации. Становится понятно, что старый представитель социалистических взглядов не может реализовать ценности «нового общества». В связи с этим события в Венесуэле можно рассматривать как конфликт поколений.

Синергетика – современная теория, которая позволяет анализировать социальные изменения [1]. С позиции данной концепции общество представляется как открытая система, развивающаяся нелинейно через прохождение точек бифуркации. Они приводят социум в качественно новое состояние. Разруха в стране, негативное настроение и упадок экономики вызвали в Венесуэле волну протестного настроения. И тогда в обществе, как в саморегулирующейся системе, возникли процессы самовосстановления. Более наглядно это иллюстрируют происходящие в стране митинги оппозиции. Усиливается хаос. Из хаоса возникает новый порядок – один из ключевых тезисов синергетики. Поэтому период упадка – это толчок к созданию и конструированию нового порядка, который сменит старый, неэффективный. Система развивается нелинейно, проходя этапы разрушения и развития. Значимым в переходе к качественно новому состоянию становится мощь движущей силы системы. В качестве такой силы в Венесуэле представлены оппозиции, объединившиеся вокруг Х. Гуайдо. Если их «потенциальной энергии» хватит для установления нового порядка, то общество признает власть Х. Гуайдо, что станет новым этапом в политическом развитии страны. Так общество спасает себя от разрухи и возвращается на путь стабильного существования.

Рассматривая современные процессы в Венесуэле, сложно однозначно выявить конечные причины происходящих событий в данной стране. С позиций трёх примененных подходов видно, что источником изменений может служить как «верхушка общества», так и «социальные низы». С точки зрения конспирологии для выхода из конфликтной ситуации требуется освобождение от влияния «глобального игрока». Психоисторические теории делают акцент на культурной составляющей: происходящие процессы – результат конфликта психоклассов. Синергетический подход предполагает, что проблемы в обществе будут решаться в ходе естественной саморегуляции, так как это – одно из свойств социума как открытой системы. Опыт подобного анализа политических процессов позволяет рассмотреть их как результат влияния многих факторов и дистанцироваться от односторонних интерпретаций.

Таким образом, для детального изучения событий и поиска причин их возникновения рекомендуется применять анализ, основанный на ценностно-нейтральном подходе.

Список литературы

1. Бранский В. П. Социальная синергетика как постмодернистская философия истории // *Общественные науки и современность*. 1999. № 6. С. 117–127.
2. Демоз Л. Психоистория. Ростов-н/Д : Феникс, 2000. 512 с.
3. Немировский В. Г., Невирко Д. Д. Теоретическая социология: Нетрадиционные подходы. Красноярск : Красноярская высшая школа МВД России, 1997.
4. Немировский В. Г., Невирко Д. Д., Гришаев С. В. Социология : Классические и постнеклассические подходы к анализу социальной реальности : учеб. пособие. М. : Российск. гос. гуманит. ун-т., 2003. 557 с.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЦЕНТРАЦИИ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

С.Г. Кукава*

Научный руководитель О.С. Островерх
кандидат психологических наук, доцент

Научный руководитель Ю.Г. Юдина
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Общую закономерность развития эмоциональной сферы ребенка от рождения до взросления определяет социализация содержания и форм проявления эмоций. При переходе от раннего к дошкольному возрасту происходит изменение содержания эмоций. Изучив отечественный подход, мы можем сделать вывод о том, что развитие социальных эмоций в онтогенезе проходит несколько этапов. Первоначально социализацию эмоциональной сферы ребенка определяет появление механизмов эмоциональной синтонии и эмоциональной децентрации.

Эмоциональная синтония как эмоциональное заражение появляется в период новорожденности. Так, в младенческом возрасте ребенок не различает, кто испытывает эмоциональное переживание – он или некто другой. С 6 месяцев ребенок начинает отделять себя от окружающих его людей и сопереживать их эмоциональным переживаниям. К концу первого года жизни синтония оформляется как «заражение соответствующим эмоциональным состоянием в непосредственном взаимодействии». В два года ребенок может эмоционально откликнуться на переживания своего ближнего.

В три года синтония теряет значение, так как ребенок уже достаточно независим от непосредственного влияния ситуации, и эмоциональное состояние даже близкого человека уже не «заражает» его. Состояние другого человека затрагивает ребенка лишь при условии его активного включения в ситуацию возникновения этого состояния, при непосредственном знакомстве с причинами этого состояния. То есть у ребенка появляется способность поставить себя в положение другого и пережить его успех и неудачи как свои [3].

А. В. Запорожец так описывает данное новообразование: «Формирующаяся у ребенка под влиянием опыта общения и коллективной деятельности способность сочувствовать другим людям, переживать чужие радости и печали, как свои собственные, приводит к аффективной децентрации, которая как бы предваряет возникновение децентрации интеллектуальной. Она заключается в изменении позиции субъекта в результате сопоставления и интеграции позиций, отличных от его собственной» [2].

Г. М. Бреслав определяет эмоциональную децентрацию как способность индивида воспринимать и учитывать в своем поведении состояние, желания и

* © Кукава С.Г., 2019

интересы других людей. Ключевой момент – это постановка себя в позицию другого и сопереживание. Важным показателем отклонения у старшего дошкольника может служить отсутствие эмоциональной децентрации. Ребенок при этом не способен сопереживать другим ни в реальной ситуации, ни при восприятии художественных произведений, оставаясь равнодушным независимо от значения происходящих с героями событий. Отсутствие эмоциональной децентрации значительно ограничивает возможности нравственного восприятия, то есть препятствует развитию просоциальной мотивации [1].

Гершон Моисеевич провел исследование, в котором продемонстрировал взаимосвязь формирования эмоциональной децентрации с развитием сюжетно-ролевой игры. Как показывают результаты данного исследования, отсутствие эмоциональной децентрации сочетается с недоразвитием ролевой игры. У этих детей исследователи не находят ни сопереживания, ни подчинения своих желаний правилам и эталонам взаимоотношений, ни стремления и способности к воспроизведению социальных норм как таковых. Важностью формирования эмоциональной децентрации обуславливается актуальность данной темы. Кроме того, на ранних возрастных ступенях психологические новообразования имеют непреходящее значение для всестороннего развития индивида, вносят вклад в формирование человеческой личности.

Сказанное является основанием для выдвижения нами следующей гипотезы: особые условия организации сюжетно-ролевой игры будут способствовать становлению эмоциональной децентрации.

С целью проверки данной гипотезы нами было начато исследование, в котором принимают участие дошкольники в возрасте 4–6 лет. На первом (диагностическом) этапе исследования с детьми проведено проективное интервью «Волшебная страна», в котором детям предлагались три ситуации: исполнить три желания для себя; превратиться в любого взрослого и исполнить его три желания; исполнить три желания для ребят из группы.

С помощью этого интервью нам удалось провести диагностику эмоциональной децентрации у детей. Нами было выделено два критерия: принятие роли и отделение себя от других. В ходе опроса выделилось четыре группы детей:

1) ребенок принимает роль волшебника, а также роль взрослого. Ребенок отделяет свои желания, от желаний другого человека;

2) ребенок удерживает роль волшебника, но не принимает роль взрослого. Ребенок не отделяет свои желания, от желаний другого человека;

3) ребенок не удерживает роль волшебника, но входит в роль взрослого. Ребенок не отделяет свои желания от желаний другого человека;

4) ребенок принимает роль волшебника, а также роль взрослого. Ребенок не отделяет свои желания, от желаний другого человека.

Далее для проверки того, работает ли данная методика, была проведена ещё одна диагностика: ребенку предлагалось выбрать любимого сказочного персонажа. Взрослый принимал роль его друга по сказке. Разыгрывался сюжет, в которой предоставлялась возможность также загадать желания. Таким образом, мы поверили, принимает ли ребенок на себя роль другого и отделяет ли

свои желания от желаний других. Результаты первой и второй диагностик совпали. Что подтверждает достоверность результатов, полученных при использовании проективного интервью.

С целью формирования у дошкольников такого возрастного новообразования, как эмоциональная децентрация, следующим шагом предполагается проведение сюжетно-ролевой игры, с особыми условиями:

– особая организация игрового пространства (необработанные материалы, отсутствие игрушек, возможность конструирования пространства);

– ситуации взаимодействия ребенка со взрослым (взрослый способствует ролевому действию (связывает локации между собой, помогает удержать роль).

После чего будет проведена повторная диагностика с целью отслеживания динамики формирования эмоциональной децентрации. Предполагается, что созданные условия и систематическое проведение сюжетно-ролевой игры будут способствовать формированию данного новообразования.

Список литературы

1. Бреслав Г. М. Психология эмоций : учеб. пособие. М. : Смысл; Академия, 2007. 544 с.
2. Запорожец А. В. Роль Л. С. Выготского в разработке проблемы эмоций. М. : Педагогика, 1986. 284 с.
3. Якобсон П. М. Психология чувств и мотивации. Воронеж : МОДЭК; М. : Институт практической психологии, 1998. 304 с.

ЛИЧНОСТНАЯ АВТОНОМИЯ И СМЫСЛ ЖИЗНИ В ЮНОШЕСКОМ ВОЗРАСТЕ: ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Е.С. Кулешова*

Научный руководитель Е. Ю. Федоренко
кандидат психологических наук, доцент
Соруководитель Н.В. Горлова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящее время актуальной темой в психологии развития является изучение смыслов жизни в юношеском возрасте, так как, несмотря на то, что данный возраст считается сензитивным к экзистенциальной проблематике и характеризуется как возраст поиска смыслов, большая часть ранее проведенных исследований, посвященная изучению смыслов жизни, рассматривает другие возрастные периоды [1; 6; 10].

Новые зарубежные исследования показывают, что чувство осмысленности собственной жизни (чувство наличия смысла в жизни) в юношеском возрасте имеет положительные связи с психологической и академической адаптацией, является защитным фактором от делинквентного поведения, связано с благополучным разрешением кризиса идентичности (с позиций теории Э. Эриксона) [9; 10].

Еще одной задачей юношеского возраста является достижение личностной автономии в результате сепарации от родителей [2].

Под личностной автономией понимается способность самостоятельно принимать решения, реализовывать их, владеть своим поведением, способность обеспечивать постановку, планирование, реализацию целей субъекта, находящегося в ситуации социальных отношений [4].

Важно отметить, что личностная автономия рассматривается с точки зрения возрастного-психологического подхода, так как именно данный подход объединяет в себе два фокуса: становление личности и социальную ситуацию развития [4].

В рамках этого подхода личностная автономия описывается как конструкт, состоящий из нескольких компонентов:

– эмоциональный. Свобода испытывать, выражать, определять и вербализировать свои эмоции и чувства, независимо от эмоций и чувств других. Связан с развитием психологической суверенности личности как способности контролировать, защищать и развивать свое психологическое пространство [4];

– когнитивный. Самостоятельность в решении мыслительных задач, свобода выбора способов решения задачи. Подразумевает чувство контроля собст-

* © Кулешова Е.С., 2019

венной жизни, а также субъективное ощущение способности совершать мыслительные и иные действия без внешнего контроля [4];

– поведенческий. Связан с развитием целеполагания и принятия решений. Является воплощением самостоятельности личности в реальной практической деятельности [4];

– ценностный. Наличие собственных ценностей и принципов, свобода в выборе ценностей, осознание своих персональных убеждений и ценностей как собственных [4].

Для определения смысла жизни в данной работе используется концепция четырех фундаментальных мотиваций А. Лэнгле, так как она является одной из самых современных концепций смысла жизни и развивает идеи логотерапии В. Франкла.

Четыре фундаментальные мотивации – базовые темы человеческой жизни, лежащие в основе всех других мотиваций человека [3; 5].

Первая фундаментальная мотивация отвечает на вопрос «Могу ли я быть в этом мире?». Важным здесь является переживание «я могу» («могу» равно «имею возможности»). Предпосылками такого переживания являются пространство (физическое и психологическое), защищенность (ощущение безопасности и принятия другими) и опора (внешняя или внутренняя) [3; 5].

Вторая фундаментальная мотивация ставит человека перед вопросом «Нравится ли мне жить?». Предпосылками для положительного ответа на этот вопрос являются соотнесенность (то есть отношение с другими людьми, а также отношение с ценностями в мире – идеи, вещи и т. п.), переживание времени (время подпитывает отношения, увеличивая их ценность), переживание близости (из соотнесенности и времени возникают эмоциональные связи, эмоции и чувства: удовольствие, радость, страдание).

На основании этих переживаний возникает чувство фундаментальной ценности – субъективный ответ на вопрос человека о ценности жизни самой по себе, глубокое личное отношение к собственной жизни [3; 5].

Из этого отношения возникает вопрос третьей фундаментальной мотивации: «Имею ли я право быть таким, какой я есть?». Человек стремится чувствовать самоценность, принимать аутентичные решения, задается этическими вопросами. Для этого необходимы: справедливое отношение (способность различать «правильное» и «неправильное», способность оценивать других и себя), заинтересованное внимание (самоуважение) и признание ценности бытия самим собой [3; 5].

В экзистенциальном анализе и логотерапии традиционно считается, что содержание третьей фундаментальной мотивации связано с ядром автономии, так как здесь человек разграничивает и ценит свою уникальность, занимает личную позицию и тем самым обеспечивает свою автономию [11].

Выбор должен быть соотнесен с будущим и с теми системами взаимосвязей, в которые человек включен, которые считает для себя важными. Четвертая фундаментальная мотивация связана непосредственно с вопросами смысла: «Для чего я здесь? В чем я вижу смысл?». Для осуществления этой фундамен-

тальной мотивации необходимы включенность во взаимосвязи (так как благодаря взаимосвязям жизнь приобретает значимость, ценность), которые открывают пространство для деятельности, ставят перед ним задачи, позволяя устремляться к будущему и ценностям, которые предстоит воплотить в будущем. [3; 5].

Основываясь на исследованиях различных авторов [7–10] и теоретическом анализе литературы [1; 3–5; 11], можно предположить, что существуют связи между компонентами личностной автономии и фундаментальными мотивациями.

При этом важно отметить, что на данный момент есть зарубежные исследования, затрагивающие и автономию, и смысл жизни у подростков и юношей, однако в них автономия понимается либо через теорию самодетерминации либо как один из нескольких факторов (например, в составе основных психологических потребностей или как один из шести факторов, необходимых для благополучия и самореализации), а смысл жизни рассматривается обычно исходя из теории В. Франкла [7–10].

Таким образом, актуальной темой для новых исследований является изучение взаимосвязей между конструктом личностной автономии и конструктом смысла жизни в юношеском возрасте.

Например, третья фундаментальная мотивация связана с этическими вопросами, с собственными ценностями и моралью. Об этом же говорится и в компоненте ценностной автономии – осознание ценностей как собственных, самостоятельный выбор ценностей.

Вторая фундаментальная мотивация ставит вопрос о том, нравится ли человеку жить. Важное значение для неё играют эмоции как субъективное восприятие человеком качества собственной жизни. Эмоциональная автономия же определяется как свобода испытывать эмоции независимо от эмоций других.

В эмоциональной автономии важным является также психологическое пространство, как и в первой фундаментальной мотивации (психологическое пространство – одно из условий для её исполнения).

Четвертая фундаментальная мотивация связана с будущим, с вопросами о смысле и понимании своего бытия в более широких контекстах. Поведенческая автономия связана с целеполаганием (перспектива будущего) и воплощением самостоятельности в реальной деятельности.

Когнитивный компонент автономии связан с самостоятельностью в решении мыслительных задач, в свободе выбора способа решения той или иной задачи. Похожее есть и в первой фундаментальной мотивации – свобода по отношению к своим мыслям.

Таким образом, изучение данных взаимосвязей поможет лучше понять, как решаются задачи смыслообразования в юношеском возрасте, как они связаны с автономией. Если взаимосвязь есть, тогда перспективным направлением психологической деятельности будет являться работа со старшеклассниками, направленная на развитие всех названных компонентов автономии и фундаментальных мотиваций, для повышения адаптивности к новой среде.

Список литературы

1. Горлова Н. В. Поиск смысла жизни как задача развития на «переходе» к юношескому возрасту // Психологические проблемы смысла жизни и акме : электронный сборник материалов XVII симпозиума / под ред. Г. А. Вайзер, Н. В. Кисельниковой, Т. А. Поповой. М., 2012. С. 285–288.
2. Дзукаева В. П. Культурно-специфические и семейные факторы сепарации от родительской семьи в юношеском возрасте : автореф. дис. ... канд. психол. наук : 19.00.13. М., 2016. 35 с.
3. Лэнгле А. Жизнь, наполненная смыслом: прикладная логотерапия. М. : Генезис, 2008. 128 с.
4. Поскребышева Н. Н. Возрастно-психологический подход в исследовании личностной автономии подростка // Национальный психологический журнал. 2014. № 1. С. 72–83.
5. Шумский В. Б., Уколова Е. М., Осин Е. Н., Лупандина Я. Д. Диагностика экзистенциальной исполненности: оригинальная русскоязычная версия теста экзистенциальных мотиваций // Психология. Журнал Высшей Школы Экономики. 2016. Т. 13. № 4. С. 763–788.
6. Gorlova N., Romanyuk L., Vanbrabant L., van de Schoot R. Meaning-in-life orientations and values in Youth: cross-cultural comparison // European Journal of Developmental Psychology. 2012. № 9 (6). С. 744–750.
7. Damon W. The Development of Purpose During Adolescence // Applied Developmental Science. 2003. Vol. 7. № 3. С. 119–128.
8. Demirbaş-Çelik N. Happiness in high school students: autonomy, relatedness, competence and meaning in life // Journal of Education Science. 2018. Vol. 13. № 3. С. 422–430.
9. Kiang L. Meaning in life as a mediator of ethnic identity and adjustment among adolescents from Latin, Asian, and European American backgrounds / L. Kiang, A. J. Fuligni // Journal of Youth and Adolescence. 2010. № 39. С. 1253–1264.
10. Krok D. When is Meaning in Life Most Beneficial to Young People? Styles of Meaning in Life and Well-Being Among Late Adolescents // Journal of Adult Development. 2018. № 25. С. 96–106.
11. Stankovskaya E. V. To say «yes» to oneself: existential-analytical perspective on autonomy // Психология. Журнал Высшей Школы Экономики. 2014. Т. 11. № 4. С. 136–145.

ДИАГНОСТИКА РАЗВИТИЯ РЕФЛЕКСИВНОГО АНАЛИЗА У СТАРШЕКЛАССНИКОВ В РАМКАХ СОЗДАНИЯ МЕДИАПРОДУКТА

А.А. Тазмина*

Научные руководитель Ю.Г. Юдина
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Возраст старшеклассников соответствует подростковому возрасту, который принадлежит к одному из важнейших периодов формирования и самосознания личности. На этом этапе в психологическом развитии школьника совершается два значимых события: открытие и оформление собственного «Я» и первичное формирование системы отношений к миру – мировоззрения. Кроме того, стоит отметить, что в этом возрасте рефлексия становится центральным новообразованием. Б. И. Рапацкий говорит о том, что «...развитие рефлексии у подростка не ограничивается только внутренними изменениями самой личности, но в связи с перерождением самосознания подростка становится возможным и неизмеримо более глубокое и широкое понимание других людей» [1]. В сфере образования рефлексия предстает особым феноменом после публикации работ

Г. П. Щедровицкого, который в 1980-е гг. организовал оргдеятельностные игры. «Каждая игра предполагала имитационное рефлексивно-мыслительное проигрывание определенных ситуаций в профессиональном коллективе» [2]. В данной работе планируется получить эффект от развития рефлексии у старшеклассников посредством организации активного социально-психологического обучения (О. В. Баркановой).

Итак, **цель работы** – теоретическое обоснование и опытное подтверждение эффективности составленной программы развития рефлексивного анализа у старшеклассников на материале медиаконтента.

Объект исследования – развитие рефлексии старшеклассников.

Предмет исследования – развитие рефлексивного анализа у старших школьников на материале медиаконтента.

За основу исследования взята следующая **гипотеза**: развитие рефлексивного анализа старшеклассников на материале медиаконтента будет эффективным, если:

– уточнено понятие рефлексивного анализа применительно к работе с медиаконтентом;

– работа с медиаконтентом будет строиться как освоение старшеклассниками следующей системы действий: анализ медиатекста, выявление главной идеи текста и манипулятивных ходов автора, разворачивание идеи посредством создания собственного медиатекста, свободного от манипуляций, презентация медиатекста и получение экспертной оценки;

* © Тазмина А.А., 2019

– будет разработана и опробована диагностика уровня развития рефлексивного анализа старшеклассников на материале медиаконтента согласно следующим его компонентам: интенция на овладение собственной деятельностью, конструирование, схематизация, объективация, креативность.

На данном этапе исследования я решаю следующие задачи:

- разработать и апробировать программу развития рефлексивного анализа на материале медиаконтента у старшеклассников;
- выполнить диагностику уровня развития рефлексивного анализа старшеклассников до и после проведения программы.

Программа обучения будет состоять из трех этапов. Первый – теоретическое погружение в журналистику. Второй – моделирование дискуссии. Третий – создание собственного медиапродукта.

Эмпирические методы будут применяться на 2 и 3 частях программы («Дискуссия» и «Создание собственного медиапродукта»).

Таблица 1

Эмпирические методы и ожидаемые результаты исследования

Этап	Метод	Ожидаемый результат
Между 2 и 3 частью	Анкетирование экспертной и контрольной группами	Примерно одинаковые данные
2 часть «Дискуссия»	Педагогическое наблюдение. Метод экспертной оценки	Результаты дискуссии становятся мотивом для создания собственного проекта (сталкиваются с вызовом, осознают то, чего им не хватает)
3 часть «Создание медиапродукта»	Анкета снимает внутренние результаты ребенка, экспертный лист дает внешнюю оценку, маршрутный лист задает процесс	1. Дети создали медиапродукт. 2. В анкетах они оценили собственную систему рефлексивного анализа. 3. Корреляция между экспертной оценкой и самооценкой высокая
После защиты продукта	Анкетирование контрольной группы	Показатели экспериментальной группы выше, чем показатели контрольной

Сейчас разработана следующая логика этапов создания медиапродукта старшеклассниками с подробным описанием заданий, возможных действий старшеклассников и действий ведущего.

1. Разработка синопсиса лонгрида.
2. Планирование работы с источниками информации.
3. Сбор информации по плану старшеклассниками.
4. Упаковка лонгрида.
5. Тестирование лонгрида на разных платформах и публикация.

Содержание каждого этапа сконструировано так, что позволяет тестировать компоненты развития рефлексивного анализа у старшеклассников. Для каждого компонента разработана система критериев и вопросов, по которым можно судить об уровне его сформированности. Диагностика будет осуществляться в процессе интервью с каждым участником группы.

**Компоненты рефлексивного анализа (РА),
условия и индикаторы его сформированности**

Компонент РА	Условия развития РА при создании медиапродукта	Анкета для диагностики РА
Интенция на овладение собственной деятельностью	Составление синопсиса проекта: – выбор темы и определение ее актуальности; – разработка идеи, определение главного вопроса лонгрида	1 – фиксация «тупика», разрыва в деятельности; 1 – вопросы к организатору, содержащие ожидание оценки своей деятельности; 1 – вопросы к партнерам в ожидании оценки к своей деятельности; 1 – речевые высказывания, направленные на самоуправление, саморегуляцию деятельности
Компонент конструирования	Составление синопсиса проекта: – распределение ролей в рабочей команде; – создание storyboard (раскадровка лонгрида); – написание синопсиса лонгрида	1 – наличие однородности речевой продукции; 1 – поиск элемента деятельности, рефлексивный анализ которого даст возможность разрешить проблемную ситуацию; 1 – поиск функционального места анализируемого элемента в общей структуре. Установление связей со всеми элементами
Компонент организации	Составление синопсиса проекта: – распределение ролей в рабочей команде; – написание расписания по работе над лонгридом	1 – принятие своей роли; 1 – следование выбранной роли до получения конечного результата
Компонент схематизации	Планирование работы с источниками информации: – перечисление основных источников информации; – определение кейсов, которые помогут разрешить эти источники; – формирование вопросов; – выбор метода сбора информации; – определение жанра упаковки	1 – рисование схем, картинок, моделирующих действия; 1 – наличие свернутой, сокращенной речи, фиксирующей только существенные связи, элементы и отношения; 1 – присутствие форм жестикуляции, имитирующей стратегию собственного действия
Компонент объективизации	Сбор информации: – реализация работы с источниками информации; – предварительная обработка данных: его анализ и систематизация; – обсуждение полученных данных. Упаковка лонгрида: – работа с собранным материалом (редактура и упаковка); – корректировка концепции лонгрида и его раскадровки; – создание обновленной story board	1 – отсутствие эмоций и переживаний по поводу собственного положения в проблемной ситуации; 1 – беспристрастный анализ своего действия; 1 – отношение к самому себе как к партнеру; 1 – преимущественное использования слова «мы» в речи

Компонент РА	Условия развития РА при создании медиапродукта	Анкета для диагностики РА
Креативный компонент	Создание и защита коллективного медиапродукта, основанного на индивидуальной работе каждого в процессе проектирования, обсуждения, редактуры, сбора информации, создания собственного медиатекста	2 – получение оригинальных и новых способов решения проблемных задач 1 – выделение и осознание момента получения нового способа 1 – проявление «ага-эффекта» в процессе решения

Список литературы

1. Рапацкий Б. И. Рефлексия как один из механизмов развития личности подростков [Электронный ресурс] // Гуманитарный вектор. Серия : Педагогика, психология, 2014. URL: <https://bit.ly/2U1M2T3>.

2. Дольская О. А. Роль рефлексии в современном образовании [Электронный ресурс] // FutureHumanImage, 2014. URL: <https://bit.ly/2JHk9Lk>.

**Управление образованием:
модели, практики, инструменты**

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ БАКАЛАВРИАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Г.Б. Даныкина*

Научный руководитель Н.В. Гафурова
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Тренд системы высшего образования начала XXI в. – информатизация. В последнее десятилетие сформированы приоритетные направления государственной политики в сфере образования.

Одним из основных направлений является массовое введение дистанционных образовательных технологий (ДОТ) и разработка с их использованием образовательных программ, доступных широкому кругу обучающихся, в том числе по заочной форме обучения. Для продвижения в этом направлении необходимо создать организационные структуры поддержки в вузе, проводить подготовку преподавателей по цифровым технологиям в педагогике, пересмотреть учебные планы и системы оценки студентов.

Сегодня университетам необходимо развивать у обучающихся глубокое понимание цифровых сред, способность интуитивно адаптироваться к новым условиям и создавать новый контент, научить обучающихся жить в эпоху быстроразвивающихся цифровых технологий.

Наличие в университете таких передовых технологических решений, как онлайн-образование, стало ключевым фактором успешности вуза.

Так, в План работ по реализации Программы развития электронного обучения (ЭО) и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) в Сибирском федеральном университете уже не первый год включается анализ и выявление образовательных программ с предприятиями и организациями-партнерами, имеющих высокую потребность внедрения ЭО и ДОТ. В 2017 г. директором института цветных металлов и материаловедения принято решение о необходимости разработки образовательной программы с ЭО и ДОТ по направлению Металлургия для заочной формы обучения, согласованное с предприятием-партнером РУСАЛ.

Условия реализации:

- проект ФГОС 3++ по направлению подготовки «Металлургия»;
- взрослый контингент, являющийся работниками предприятия;
- заочная форма обучения и низкое качество заочного обучения;
- стоимость заочного обучения, как один из аспектов – заработная плата преподавателей;
- снижение контрольных цифр приема на заочное обучение.

* © Даныкина Г.Б., 2019

При модернизации образовательного процесса и внедрении электронного обучения вуз сталкивается с такими проблемами, как:

- непонимание процессов электронного обучения и частичное отсутствие в образовательном учреждении локальных нормативных актов, регулирующих использование ЭО и ДОТ;

- неготовность вуза к организационным изменениям, в частности, к изменению состава сотрудников вуза в пользу создания, например, штата тьюторов, сопровождающих процесс;

- слабая мотивация обучающихся и неготовность к самостоятельной работе и самообучению.

Поэтому для реализации принятого решения необходимо разработать пути, механизмы управления организационными структурами университета, всесторонней подготовки педагогических кадров для работы в условиях дистанционного обучения, методического обеспечения для сопровождения образовательного процесса обучающихся.

В процессе изучения вопросов внедрения ЭО и ДОТ в образовательный процесс рассмотрен опыт других образовательных организаций: интеграция массовых открытых онлайн-курсов в образовательный процесс вуза; организация корпоративных программ (РУСАЛ, Газпром); обучение по заочной форме с применением ДОТ по таким направлениям, как «Психология», «Государственное и муниципальное управление», «Юриспруденция», «Педагогическое образование» (но не «Металлургия»).

Существует множество исследований по вопросам теории и практики дистанционного обучения и проблемам развития образования, вопросам применения ДОТ при обучении по заочной форме, вопросам повышения качества образования при использовании ДОТ, однако отсутствует комплексный подход к использованию ДОТ в целом по образовательной программе, тем более в области металлургии.

Для внедрения и успешного функционирования системы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ЭО и ДОТ) в Сибирском федеральном университете на основе федеральной нормативно-правовой базы (Федерального закона № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и «Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ») разработан ряд локальных нормативных актов, регламентирующих ДОТ, электронное и онлайн-обучение [1].

Однако требуется нормативная поддержка по следующим направлениям:

- учет работы преподавателя по созданию курсов и определение соотношения норм рабочего времени учебной нагрузки и работы по созданию курсов ЭО и ДОТ;

- учет рабочего времени дистанционного часа работы преподавателя-тьютора и соотношение с академическим часом;

- создание механизмов отбора и распространения электронных образовательных ресурсов;
- создание системы профессиональной подготовки преподавателей и учебно-вспомогательного персонала (тьюторов) по применению электронных образовательных ресурсов;
- разработка административного сопровождения образовательной программы с ДОТ;
- разработка программы вступительного испытания с ДОТ для ОП;
- решение вопросов авторского права [2].

Часть работ по созданию электронного учебно-методического обеспечения (УМО) внесена в функциональные обязанности научно-педагогических работников. Однако вопрос авторства УМО для электронного обучения должен быть четко регламентирован в нормативно-правовой базе университета.

Создание необходимых локальных нормативно-правовых актов позволит систематизировать и унифицировать процесс организации электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий, а также определить четкие правила, определяющие права и обязанности участников процесса на всех этапах.

Среди рисков при разработке новой образовательной программы можно выделить:

- снижение качества подготовки специалистов в период разработки и становления;
- низкая мотивация и неготовность студентов к самостоятельной деятельности, низкий уровень информационной готовности (негативные ощущения);
- нежелание НПП осваивать новые компетенции и, как следствие, дефицит человеческих ресурсов;
- большая трудоемкость создания учебных материалов.

Введение новой, отличной от традиционной, формы обучения может привести к снижению качества подготовки специалистов на стадии становления, однако можно уменьшить этот риск, организовав адекватное сопровождение вводимой программы и разработав оценочные мероприятия заявленных в программе результатов в соответствии с новой формой взаимодействия преподавателя и обучаемого.

Успешность дистанционного заочного обучения во многом зависит от проекта образовательной программы, в которой предложен путь деятельности обучающегося по приобретению им обозначенных в программе компетенций, в том числе новые виды деятельности при обучении на онлайн курсах. При разработке образовательной программы необходимо учитывать характеристику контингента потенциальных обучаемых, в том числе возраст. Отбор содержания курса, стилистику изложения, иллюстрирование курса, практические задания, формы взаимодействия обучающихся между собой и с преподавателем, вся организация процесса обучения определяются возрастными особенностями обучающихся.

При использовании дистанционного образования важен высокий уровень самостоятельной деятельности студентов и их информационной готовности. При приеме на обучение важно отметить это абитуриентам, а также сопровождать их в период обучения, особенно в первый год, как методически, так и с помощью тьюторов – педагогов особого типа, способных выстраивать образовательную среду, соответствующую изменяющейся сущности обучающегося. Необходимо провести установочный семинар со студентами, поскольку предложенные форматы обучения являются для них незнакомыми.

Еще одной проблемой проекта может стать формирование мотивации у НПР при их высоком уровне сопротивления изменениям. Преподаватель должен быть неудовлетворен чем-то в своей работе и стремиться к введению изменений в свою профессиональную деятельность. Выходом может стать создание здоровой конкуренции. В образовательной программе можно использовать как преподавателей ИЦМиМ, так и внешних.

Большая трудоемкость создания учебных материалов в соответствии с иными средствами, методами, организационными формами обучения, иной формой взаимодействия неизбежна. Чтобы минимизировать эти затраты, можно использовать лучшие практики университета по использованию уже готовых и опробованных электронных курсов, незначительно их доработав. Другим вариантом может быть использование открытых онлайн-курсов, например на платформе opened.ru, как в индивидуальном порядке, так и с заключением сетевых договоров с университетами – разработчиками курсов.

Список литературы

1. Электронное обучение в СФУ. Документы [Электронный ресурс]. URL: <http://edu.sfu-kras.ru/elearning/docs>.
2. Даныкина Г. Б. Особенности нормативно-правового обеспечения внедрения ЭО и ДОТ при реализации образовательной программы по направлению *Металлургия* // Материалы Международной студенческой конференции, Красноярск, 23–27 апреля 2018 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ НАВЫКОВ САМООРГАНИЗАЦИИ

А.С. Захарова*

Научный руководитель А.А. Дьячук
кандидат психологических наук, доцент

Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева

На сегодняшний день проблема самоорганизации приобретает особое значение для современного человека, поскольку связана с личной и профессиональной самореализацией, психологическим благополучием человека.

В условиях усложнения мира, повышения неопределенности среды важными становятся качества, связанные с самоорганизацией, умениями целеполагания, планирования и управления своей активностью во времени для достижения поставленных целей. Проблема самоорганизации рассматривалась в трудах В. И. Моросановой, Е. Ю. Мандриковой, О. А. Конопкина, Н. Н. Ярушкина.

За основу мы взяли определение Е. Ю. Мандриковой: самоорганизация – это структурирование личного времени, тактическое планирование и стратегическое целеполагание, то есть способность к интегральной регуляции природных, психических, личностных состояний, качеств, свойств, осуществляемая сознанием волевыми и интеллектуальными механизмами, проявляющаяся в мотивах поведения и реализуемая в упорядоченности деятельности и поведения.

В студенческом возрасте (в силу изменения социальной ситуации, начала отдельной от родителей жизни, необходимости принимать самостоятельные решения, связанные с жизнедеятельностью) возникает необходимость в развитии самоорганизации.

Для определения уровня развития самоорганизации 54 первокурсников технических специальностей (9 девушек, 45 юношей в возрасте 18–19 лет) были проведены методики Е. Ю. Мандриковой «Опросник самоорганизации деятельности». Анализ результатов показал, что 40,2 % имеют сложности с планированием деятельности и следованием плану, лишь 15,8 % последовательно реализуют поставленные цели. 43,4 % имеют низкие значения по шкале «Целеустремленность», что говорит о неразвитости умения целеполагания. Лишь только 12,3 % респондентов показали умения ставить цели. Большинство (66,2 %) могут прикладывать волевые усилия, но для среднего уровня характерно оставлять начатое дело и переключаться на более значимые. Гибкость в постановке целей, легкая переключаемость на новые виды деятельности и отношения отметили только 10,4 %, у большинства 69 % представлен низкий результат. В целом низкий уровень самоорганизации представлен 44,4 %, только у 18,8 % высокий уровень, что может в процессе обучения стать условием трудностей. В связи с чем нами был разработан электронный ресурс, направленный на развитие дефицитных компонентов самоорганизации с помощью

* © Захарова А.С., 2019

таких инструментов, как Диаграмма Ганта, SMART, матрица Эйзенхауэра, метод Помидора, задания на продолжение индивидуальной минуты и др. После прохождения курса в течение трех недель, была повторно проведена данная диагностика. Анализ результатов показал, что произошли изменения у 30 % студентов, они стали ставить цели, гибче в действиях, начинали доводить дело до конца.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что создание и использование электронного ресурса стало необходимостью для современного поколения, для того чтобы студенты были успешны в плане организации собственной деятельности и настойчивы в достижении своих целей.

Список литературы

1. Богомаз С. А. Измерение параметров личностного потенциала человека: опросниковые методы. Томск, 2012. 27 с
2. Мандрикова Е. Ю. Опросник самоорганизации деятельности. М. : Смысл, 2007. 15 с.
3. Кузьмина О. В. Методика диагностики личностных дезорганизаторов времени // Психологические исследования : электрон. науч. журн. 2011. № 6 (20). URL: <http://psystudy.ru> (дата обращения: 14.06.2016).

ФОРМЫ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ В СИСТЕМЕ КАЧЕСТВА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.А. Козырева*

Научный руководитель К.К. Акимова
директор Центра развития качества образования

Национальный исследовательский Томский государственный университет

В науке понятие качество многомерно, это может быть объяснено тем, что оно интерпретируется как количественный и качественный термин и по-разному различными заинтересованными сторонами. Harvey L. и Green D. M. отмечают, что качество относится к тому, кто использует термин, и обстоятельствам, при которых он используется. Качество рассматривается как «эталон», «идеал» и относится к «процессам», которые приводят к желаемым результатам. Harvey L. дает следующий краткий обзор категорий качества: взгляд на качество как нечто особенное; качество с точки зрения выполнения требований, потребностей или желаний клиента; качество с точки зрения возврата инвестиций; как преобразование с точки зрения перехода от одного состояния к другому [1].

В отечественной практике понятие качества рассматривается преимущественно в контексте нормативно-правовых актов. Так, согласно ФЗ № 273-ФЗ «Об образовании в РФ», качество образования – комплексная характеристика образовательной деятельности и подготовки обучающегося, выражающая степень их соответствия федеральным государственным образовательным стандартам, федеральным государственным требованиям и потребностям физического или юридического лица, в интересах которого осуществляется образовательная деятельность, в том числе степень достижения планируемых результатов образовательной программы [2]. Ключевые аспекты данного определения и рассмотрения качества образования – соответствие стандартам, что является важной, но не всеобъемлющей составляющей качества. Например, исследователи С. Е. Шишов, В. А. Кальней трактуют качество образования как степень соответствия ожиданиям и потребностям личности и общества, Е. В. Бондаревская, Л. Л. Редько отмечают, что в понятие качества образования входят: уровень знаний, умений, навыков и социально значимых для личности качеств. М. М. Поташник, В. М. Полонский выделяют в качестве главного критерия соответствие результата целям образования, направленного на развитие личности обучающегося.

Важным субъектом качества высшего образования являются студенты. Это отражено в Болонской декларации 1999 г. и активно пропагандируется ENQA, ESU и UNESCO. Несмотря на общие нормы и стандарты, механизмы обеспечения качества в различных странах находятся на различных уровнях зрелости и потенциала. KSU – мальтийский национальный студенческий союз

* © Козырева А.А., 2019

утверждает, что интерес и участие студентов на всех уровнях, как во внутреннем, так и во внешнем обеспечении качества, должно играть центральную роль в жизни университетов. Любому высшему учебному заведению необходимо обеспечить студентам право голоса на всех этапах процесса принятия решений, чтобы мнения студентов рассматривались в качестве основного доказательства, на базе которого происходит оценка качества преподавания и обучения [3].

Правовое регулирование механизмов по участию студентов в качестве происходит на основе таких документов, как ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» ч. 6 ст. 26; Приказ Министерства образования и науки РФ № 1547 от 05.12.2014 «Об утверждении показателей, характеризующих общие критерии оценки качества...»; Письмо Министерства образования и науки РФ № ВК-262/09 от 14.02.2014 «О методических рекомендациях о создании и деятельности советов обучающихся в образовательных организациях»; Письмо Министерства образования и науки РФ № 09-1256 от 20.06.2017 «О привлечении обучающихся»; ФГОС ВО 3++, п. 4.6.2.

Одной из основных форм участия студентов в качестве образования является механизм обратной связи в качественном и количественном виде. На основе количественной обратной связи (анкетирование, опрос) видно соответствие поставленных целей с результатами образования. На основе качественной обратной связи (интервью, фокус-групп, обратной связи на занятиях) можно выявить преимущества и недостатки в образовательной среде. Упомянутые ранее стандарты и правовые акты указывают на обязательное существование студенческих организаций по качеству на базе вузов. Студенты чаще вовлекаются во внутренние системы обеспечения качества образования. Например, в вузах Финляндии все студенты автоматически становятся членами местного студенческого союза, который отвечает за отбор представителей студентов для участия во всех официальных директивных органах университета, несет ответственность за инициирование обсуждения важных вопросов и др. Студенческие комитеты по качеству активны в разных странах: Германии, Бельгии, Швеции и пр. Во многих странах реализуются программы с участием студентов в комиссиях по аккредитации, что является внешней формой. Это порождает возникновение обучающих школ, тематических семинаров по обучению такой деятельности. Так, в каталонских университетах существуют инициативы по организации учебных курсов для студентов, которые преследуют цель: в краткосрочной перспективе подготовить из студентов участников внешних оценочных комитетов.

В настоящий момент отечественным инициативным группам удалось добиться существенного продвижения в вопросе привлечения студентов к внешней оценке [4]. В 2018 г. в Москве был учрежден Национальный совет студенческих комиссий по качеству образования, миссия которого – интеграция студентов в систему управления качеством образования для создания образовательной среды, дающей соответствующие условиям рынка труда и социальным запросам общества навыки и компетенции. Совет ведет активную деятельность по вовлечению российских студентов во внешнюю систему оценивания. Сту-

денческие комитеты (советы, союзы) ведут активную деятельность в НИ ТГУ, НИ Казанском техническом университете им. А. Н. Туполева, Сургутском государственном педагогическом университете, СПбГУ, НИУ ВШЭ, МГУ и др.[5].

Изучив деятельность студенческих комитетов по качеству в российских вузах, можно выделить их общие цели и задачи. Цель – создание условий для получения студентами качественного образования и решения задач, связанных с подготовкой высококвалифицированных специалистов. В качестве задач часто выделяют: разработку предложений по повышению качества образовательного процесса с учетом интересов обучающихся (мониторинг: анкетирование, оценка потребностей); содействие органам управления в решении образовательных задач; мотивация к участию в повышении уровня качества образования; систематическая оценка качества предоставляемых образовательных услуг и образовательной среды.

Всегда остаются вопросы об эффективности работы упомянутых механизмов. Основная проблема в том, что исследователи не могут выяснить эффективность практического потенциала механизмов в связи с существующими барьерами: разное понимание критериев качества студентами и администрацией университета из-за субъективности взглядов или из-за отсутствия в науке единого метода и признанных критериев оценки. Важным барьером является низкое проявление у современных студентов субъектной позиции по отношению к своему образованию. В большинстве вузов информирование студентов о существовании и деятельности студенческих комитетов по качеству проводится слабо. Кроме того, участники комитета часто обладают недостаточными знаниями и навыками для работы с выявленными в результате опросов проблемами. Иногда студенческие комитеты по качеству фокусируются на одном, например, на оценке, поэтому многие не реализуют заложенный потенциал или не проводят целостной систематической работы. Данные факторы замедляют процесс построения продуктивных отношений между всеми участниками в вопросе качества и в настоящий момент ситуация характеризуется некоторым взаимным недоверием. Студенческие комиссии проводят анкетирования для студентов, преподаватели и сотрудники часто реагируют на полученные результаты неоднозначно, при этом готовность руководства университета к изменениям слабеет, а сами студенты становятся более пассивны к вопросам качества и связанным с ним инициативам. В связи с этим рефлексия по результатам обратной связи от студентов проводится не системно, а ее результаты встраиваются в образовательный процесс лишь частично.

Подводя итоги, мы предлагаем включить в работу вузов проведение исследований механизмов участия студентов в повышении качества и, исходя из результатов, проведении оценки эффективности. Так как в России вопрос включения студентов в систему качества новый и актуальный, все формы, которые существуют на данный момент в вузах, только начинают реализовываться. Именно поэтому необходимо собирать материалы опросов, отзывов, статистики, деятельности комитетов и отслеживать эффект. По опыту зарубежных

стран, можно сказать, что подобные исследования позволяют университетам учитывать многие положительные и негативные факторы, влияющие на повышение качества.

Список литературы

1. Harvey L. Глоссарий по аналитическому качеству, Quality Research International, 2004-19. URL: <http://www.qualityresearchinternational.com/glossary/quality.htm> (дата обращения 05.04.2019).

2. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ // КонсультантПлюс: справ. правовая система. Версия Проф. Электрон. дан. М., 2005. Доступ из локальной сети Науч. б-ки Том. гос. ун-та.

3. Quality Assurance within Higher Education Student Involvement / Avellino R., Herrera D. Bonnici S. and approved by the KSU (Kunsill Studenti Universitarji) Education Commission // Report by the National Commission for Higher Education to the Minister of Education, Youth and Employment. KSU – February 2008.

4. Student involvement in the processes of quality assurance agencies / Alaniska H., Codina E. A., Bohrer J. // Workshop reports 4, European Association for Quality Assurance in Higher Education 2006, Helsinki.

5. Матвиенко Е. В., Аникина М. И., Панарина Д. И. Участие студентов в управлении качеством образовательных услуг : учеб.-метод. пособие / под общей ред. Е. В. Матвиенко. М. : ООО «Типография “Миттель Пресс”», 2018. 76 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ МОЛОДЕЖИ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКУЮ СФЕРУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С.А. Курманова*

Научный руководитель В.В. Осипов
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Развитие любой сферы производства существенно определяется его кадровой обеспеченностью. Подготовка молодежи к трудовой деятельности в Красноярском крае является актуальной национально-государственной проблемой, имеющей региональную спецификацию, связанную со значимостью металлургической отрасли для данного региона. Ассоциация «Молодежная площадка профессиональных металлургов» одной из своих задач ставит задачу формирования устойчивой потребности у металлургов к профессиональной деятельности в металлургической сфере производства [1].

Динамичность экономических, социальных и политических процессов адекватно отражается на производственной сфере и диктует постоянно меняющиеся требования к человеку, входящему в профессию [2]. В этих условиях, с учетом специфических особенностей современной молодежи, их адаптированности к информационной среде, возникает проблема разработки информационного ресурса, способствующего процессу профессиональной ориентации молодежи на металлургическую сферу деятельности.

Определяя структуру информационного ресурса, будем опираться на его функциональное назначение.

Формированию устойчивой мотивации человека к определенной профессии способствует профессиональное просвещение (включающее информирование, пропаганду и профагитацию), ориентированное на повышение информированности пользователей. Модуль (блок) информационного просвещения включает наглядную, эмоционально насыщенную информацию о значимости металлургической сферы производства в России; развитии металлургического комплекса в Красноярском крае, опирающегося на качественную сырьевую базу с высокой обеспеченностью запасами руд цветных, благородных, легирующих и черных металлов; наличии крупных металлургических предприятий, постоянно совершенствующих технологии производства и системы подготовки производственных кадров в учебных заведениях высшего и средне-профессионального образования [3]. Также он включает в себя информацию о проблемах в металлургической отрасли, в том числе экологической составляющей, дополняет представление пользователя о будущей профессиональной деятельности.

* © Курманова С.А., 2019

Другой составляющей профессионального просвещения является информация о рынке труда, показывающая перспективы достойной, интересной и высоко оплачиваемой работы в металлургической отрасли на примерах успешных профессионалов и специалистов области металлургии. Фактически, этот модуль (блок) информационного ресурса позволит пользователю получить ответы на актуальные вопросы: какие профессионалы, специалисты нужны сегодня стране, чем занимается человек, будучи инженером-металлургом, где можно получить эту профессию.

Отдельный модуль информационного ресурса предоставляет возможность пользователю осуществить диагностику профессиональных интересов и склонностей, выявить личные предпочтения и их соответствие выбранной профессии. Здесь используются анкеты, тесты, кейсы, позволяющие выявить предрасположенность к инженерной деятельности, уровень развитости интеллектуальной сферы (системное, логическое, креативной, творческое мышления и др.), соответствие личностных качеств требованиям к профессиональной деятельности в металлургической сфере производства. В данном модуле (блоке) могут размещаться задачи, головоломки, решение которых позволит развить мыслительные операции в процессе решения заданий из разных предметных областей. Значимым для пользователей является блок интерактивной консультации профессионалов отрасли. Определив личностное содержание в структуре информационного ресурса, сформулируем основные требования к его разработке:

- доступность информационного ресурса;
- информация, размещенная на информационном ресурсе, должна быть актуальной, постоянно обновляемой;
- помещаемая информация должна учитывать особенности цифрового поколения молодежи (digital natives, net generation), присущее ему клиповое мышление и представлять из себя короткие, яркие образы и тексты с использованием мультимедиа (фото, видео, звук, анимация);
- максимальное использование сенсорных возможностей пользователя;
- неограниченность жизненного цикла информационного ресурса за счет его модульной структуры, позволяющей расширять и дополнять новыми функциями, информацией модули и саму структуру ресурса.

Описанная выше структура информационного ресурса является минимальной и может быть расширена дополнительными модулями для решения проблем профориентации в процессе ее реализации.

Список литературы

1. Лукин Н. Н. Культурно-историческое творчество, профессиональное образование, военная интеллигенция : науч.-метод. пособие. Красноярск : КГАУ, 2004. 62 с.
2. Бендюков М. А., Соломин И. Л. Ступени карьеры. Азбука профориентации. СПб. : Речь. 2006. 240 с.
3. Стратегия развития Красноярского края / Проект Стратегии развития Красноярского края до 2030 года. URL: <http://www.krskstate.ru>.

СПЕЦИФИКА УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРУКТУРНОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В.И. Жукова, М.Д. Прасолова*

Научный руководитель Н.В. Гафурова
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В любом образовательном учреждении существует структура распределения должностных обязанностей, как правило, организованная по принципу иерархии, обеспечивающая управленческую деятельность учреждения [1].

С течением времени и в зависимости от конкретных задач образовательного учреждения внутренняя управленческая структура может сужаться либо расширяться, образуя новые ветви управленческой деятельности.

В Сибирском федеральном университете (далее – СФУ) структура, обеспечивающая выполнение управленческих задач, достаточно обширна и подразделяется на типы: институты и филиалы, департаменты и управления, общеуниверситетские структуры, советы, общественные объединения и организации при университете. Центральное звено структуры – руководство университета.

Каждому управленческому типу общей структуры присущи подразделения. Так, порядка 24 подразделений выделяется в группе «департаменты и управления». Одним из подразделений данного типа является учебный департамент (далее – УД), который, в свою очередь, включает в себя еще ряд управленческих структур – отделов (рис. 1).

Как видно из рис. 1, одним из реализаторов управленческой деятельности подразделения выступает отдел информатизации (далее – ОИ). Отдел создан 22 января 2013 г. Является структурным подразделением УД, то есть является предметом управления. Отдел осуществляет свою деятельность под руководством начальника отдела во взаимодействии с институтами, факультетами, филиалами и другими структурными подразделениями университета, обеспечивающими учебный процесс. Начальник отдела подчиняется лицу, координирующему процессы деятельности отдела, – руководителю УД. Специалисты ОИ под руководством начальника отдела обеспечивают деятельность, связанную с выполнением основных задач подразделения.

ОИ сам по себе также является объектом управления. Деятельность, организованная в соответствии с должностными обязанностями штата внутри отдела, в обобщенном представлении обеспечивает развитие ЭО и ДОТ в СФУ.

* © Жукова В.И., Прасолова М.Д., 2019

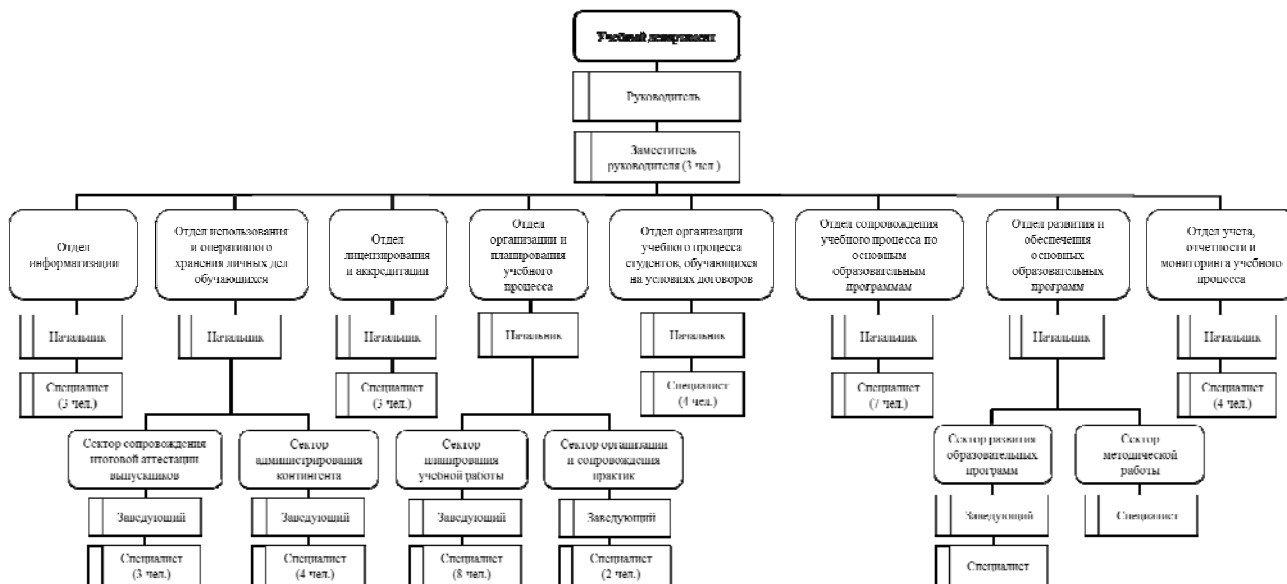


Рис. 1. Организационная структура учебного департамента СФУ

На рис. 2 отображены основные управленческие процессы и механизмы, обеспечивающие координацию и реализацию деятельности, направленной на развитие ЭО и ДОТ. Механизмы описаны согласно Положению об отделе информатизации УД [2].

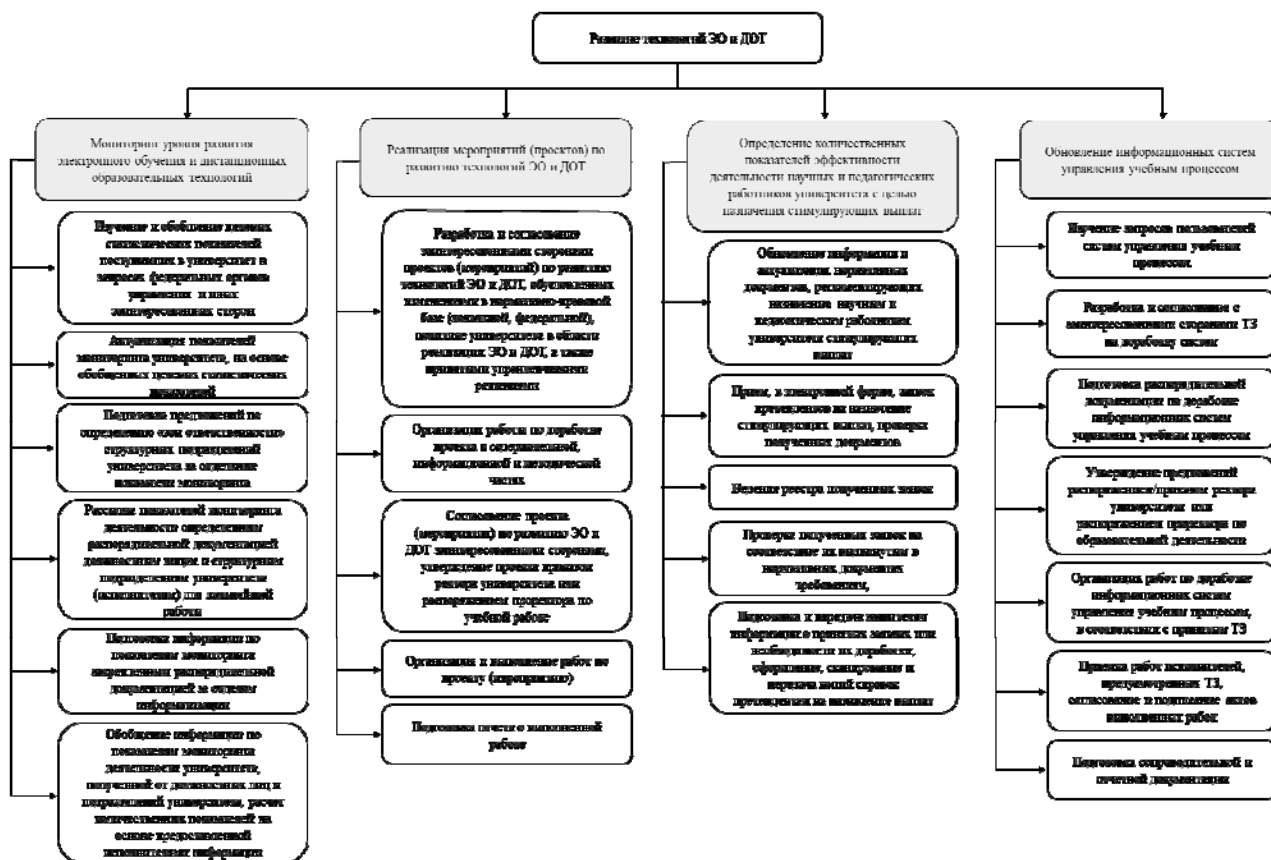


Рис. 2. Дерево функций отдела информатизации УД

На основе анализа деятельности ОИ представляется возможным определение сильных и слабых сторон процессов, вносящих значительный вклад в развитие ЭО и ДОТ в СФУ. Сильные и слабые стороны представлены в таблице ниже.

Таблица

Сильные и слабые стороны деятельности ОИ

Название процесса	Сильные стороны	Слабые стороны
1. Мониторинг уровня развития ЭО и ДОТ	Отслеживание развития ЭО и ДОТ в институтах/филиалах университета	Время обработки данных, отсутствие автоматизированной системы для заполнения показателей мониторинга
2. Обновление информационных систем управления учебным процессом	Расширение функциональных возможностей. Увеличение количества пользователей ИС университета	Контроль за исполнением работы структурами, подразделениями университета занимающимися обновлением ИС
3. Определение количественных показателей эффективности деятельности ППС университета с целью назначения стимулирующих выплат	Увеличение числа ППС, использующих ЭО и ДОТ, получивших повышение квалификации. Улучшение качества онлайн-курсов университета	Время обработки заявок, отсутствие автоматизированной системы ведения реестра и рассылки результатов проверки
4. Реализация мероприятий (проектов) по развитию технологий ЭО и ДОТ	Внедрение новых образовательных практик в университете. Развитие ЭО и ДОТ в университете. Увеличение количества ППС, получивших ПК	Высокая трудозатратность на разработку проектов

Таким образом, для достижения максимальных результативных показателей управленческой деятельности ОИ, при анализе ОИ с позиции объекта управления, целесообразным является совершенствование производственных процессов в соответствии с выделенными слабыми сторонами.

Деятельность в соответствии с рекомендациями обеспечит достижение единой цели всей управленческой ветви, в задачи которой входит развитие ЭО и ДОТ с СФУ.

Список литературы

1. Минева О. К., Ахунжанова И. Н., Мордасова Т. А., Ходенкова О. П., Храмова Т. М. Управление персоналом организации: технологии управления развитием персонала : учебник. М. : ИНФРА-М, 2017.
2. Положение об отделе информатизации : от 15.01.2018 (ПСП ОИ УД – 2018).

ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА В ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНИКУМАХ В 20-е ГОДЫ (НА ПРИМЕРЕ АЧИНСКОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ТЕХНИКУМА)

Н.С. Романова*

Научный руководитель А.И. Шилов
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящих условиях, когда большинство вузов сталкиваются либо со сложностями в реализации данного направления, либо с практическим отсутствием воспитательной работы как таковой, опыт советского развития, пусть и с учетом смены официальной идеологии, может быть с успехом использован.

Организация воспитательной работы в Ачинском педагогическом техникуме в 1920-е гг. была неотделима от учебного процесса.

Воспитательная работа в техникуме была разделена на несколько форм: кружковая работа, организация лекций на научные темы, комсомольская и профсоюзная политечеба.

В рамках комсомольской и профсоюзной политечебы проводились беседы по охране и сбережению социалистической собственности, а также работала редакция стенгазеты, развешивались лозунги. Руками студентов и преподавателей была создана галерея из статей и фотографий преподавателей-стахановцев, лучших учителей базовой школы, руководящих предприятий, лучших ударников технических работников.

Работа по педагогизации молодежи проходила следующим образом. Помимо изучения педагогических дисциплин со студентами организовывались беседы, встречи-вечера за чашкой чая преподавателей и студентов с беседами на темы педагогической работы, а также организация торжественных вечеров выпускников с представителями партийных, комсомольских организаций Горсовета в союз рабочих.

Кроме того, важную роль в педагогизации молодежи играла работа педагогического кружка, состоящая из двух частей: теоретической и практической. В рамках теоретической части кружка на общих собраниях студенты и преподаватели делали доклады на педагогические темы, участвовали в их обсуждении. Практическая часть представляла собой работу на нескольких секциях:

- издательская секция отвечала за изучение сборника документов к курсу педагогики, исследование вопросов просвещения в СССР и других странах;
- художественная секция отвечала за художественное оформление педагогического кабинета, за создание плакатов, схем, рисунков;
- фотосекция делала фотоснимки из жизни техникума и других учебно-воспитательных учреждений, а затем организовывала выставки;

* © Романова Н.С., 2019

- школьная секция прикрепляла студентов к слабоуспевающим ученикам общеобразовательных школ для того, чтобы научить их учиться, а также организовывать время и домашний быт;
- библиотечная секция занималась организацией библиотеки при педагогическом кабинете, популяризацией педагогической литературы;
- кукольно-театральная секция изучала методики кукольного театра, изготавливала театральные куклы;
- альбомная секция отвечала за состояние и пополнение тематических альбомов;
- выставочная секция собирала материалы и организовывала выставки.

Кроме педагогического, в техникуме работало еще девять кружков: краеведческий, литературный, корреспонденции, драмкружок, музыкальный, хоровой, фотокружок, физкультурный, шахматный. Во время работы кружков учащиеся ездили на экскурсии, помогали слабоуспевающим школьникам, организовывали внешний вид техникума, изучали различные виды творческой деятельности, участвовали в студенческих вечерах, организовывали выставки.

Кроме кружковой работы в техникуме постоянно организовывались лекции на научные темы из общественно-политической жизни. Так, в 1935/1936 учебном году были проведены лекции на следующие темы: постановление ССК СССР и ПК ВКП(б) от 3 сентября 1935 г. об организации учебной работы и внутреннем распорядке в школе; общий обзор солнечной системы, революционная деятельность С.М. Кирова; новые люди социалистической эпохи; бронесилы и артиллерия РККА; творчество М. Горького; развитие понятия о числе; западная европейская современная литература; фашистская педагогика и т. д.

По воспитательному направлению в учебном заведении ставились высокие цели: добиться 100 % успеваемости, борьба за 100 % сохранение кадров групп до конца учебного года, полный охват всех студентов политучебой и политуспеваемостью, борьба за хорошие и отличные оценки.

Для достижения этих целей проводились следующие работы:

- два раза в месяц проводились общие собрания группы, где проходило информирование о неуспевающих студентах;
- была организована ежедневная читка газет в общежитии в утренние часы;
- специально назначенный преподаватель проверял, как студенты готовятся к занятиям, посещают ли отстающие учащиеся дополнительные занятия;
- проходило систематическое изучение студентов группы на их социальное происхождение, семейное положение, изучение их настроений и интересов, внимательное отношение к их нуждам и требованиям, проверка общественной и кружковой нагрузки студентов;
- организовывалось два групповых посещения кинотеатра в семестр, велась подготовка к вечерам самодеятельности.

Кроме того, к общежитиям прикреплялись преподаватели для внедрения культуры в быт и работу студентов. Для этого они строго следили за выполнением правил внутреннего распорядка, изучали и корректировали студенческий

настрой на учебу, изучали, как студенты распределяют свое время и обучали их правильному его распределению. Также задачей этих преподавателей было добиться систематической читки газет и художественных журналов, литературы студентами.

Также студенты занимались следующей общественной работой: вели шествие над колхозом, прикреплялись к ученикам базовой школы и следили за их успеваемостью, проводили ликбез на фабрике «Восход», организовывали отдельные вечера, посвященные памяти великих людей и событий с целью активации всей массы студентов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в педагогическом техникуме г. Ачинска в 1920-е гг. воспитательной работе со студентами уделялось много сил. Интенсивность и разнообразие форм воспитательной работы существенно влияли на организацию жизни учащихся, помогали повысить их успеваемость.

Список литературы

1. Управление образования администрации Ачинского района / Фонд Р-301. Ачинский государственный архив. Описание 1. Дела 1, 26.
2. КГОУ СПО «Ачинский педагогический колледж» / Фонд Р-475. Ачинский государственный архив. Описание 1. Дела 1, 1а, 3, 4, 4а, 17, 20.
3. Ачинская смешанная учительская семинария / Фонд Р-1. Ачинский государственный архив. Описание 1. Дела 1–3, 8.

АНАЛИЗ ПРАКТИКИ УЧАСТИЯ В ПРОЕКТЕ «УЧЕБНЫЙ АССИСТЕНТ»

А.К. Толстикова*

Научный руководитель И.В. Дубова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Сегодня в современной педагогике достаточно популярны интерактивные подходы, среди которых наиболее интересным является педагогический приём «учебный ассистент» [1]. Учебным ассистентам предлагается проведение занятий, проверка и прием защиты лабораторных работ, проведение индивидуальных консультаций по рассматриваемым темам, а также подготовка методических материалов. Стоит отметить, что похожие проекты реализуются в Высшей школе экономики, в Уральском и Дальневосточном федеральных университетах и ряде других ведущих вузов России и за рубежом [2].

Проект «Учебный ассистент» реализуется в Институте цветных металлов и материаловедения в рамках дисциплины химия на образовательной программе «Металлургия CDIO».

В рамках тестового запуска проекта «Учебный ассистент» была сформирована команда из студентов 3-4 курсов и магистранта. Ключевыми критериями выбора кандидатов в качестве ассистентов были: личный интерес студентов, знание предмета, организаторские способности. Важно отметить, что не все студенты старших курсов, которые обладали хорошей базой знаний по химии, согласились стать ассистентами.

Ранее будущие учебные ассистенты уже имели опыт в подготовке и проведении лекций-конференций, экзаменов по химии. Тогда студенты находились внутри подготовки и работали с одноклассниками, их работа в качестве экспертов оценивалась и отражалась в промежуточной аттестации. Студент в роли учебного ассистента может выдвинуть оценку работы самостоятельно или ее поставит преподаватель, но она никак не будет влиять на другие учебные показатели и проводится только для отслеживания собственных результатов.

Анализ практики проведем на примере одной из наиболее трудоемких задач в учебном процессе – организация аттестации в формате лекции-конференции. Учебные ассистенты выполняли роль как фасилитаторов при подготовке к мероприятию, так и экспертов в процессе защиты темы. Совместно с преподавателем согласовали со студентами формат и тематику заданий и организовали дискуссионную площадку по сопровождению в формате форума в электронном обучающем курсе (ЭОК Химия) с использованием Google-сервисов и социальных сетей. Были обозначены разделы, по которым проводился промежуточный контроль, составлен документ, в котором прописан формат проведения мероприятия, основные сроки исполнения и критерии

* © Толстикова А.К., 2019

оценки. После ознакомления с форматом задания первокурсники прошли регистрацию, вписав свою тему и команду в Google-таблицу. Для более эффективной работы учебные ассистенты проводили сопровождающие консультации по подготовке к лекции-конференции в офлайн- и онлайн-формате, на которых давали советы по содержанию и оформлению презентаций.

Для оценки эффективности работы была проведена анкета обратной связи, после лекции-конференции студенты ответили на вопросы о полезности формата лекции-конференции лично для них, эффективности сопровождения учебными ассистентами, личный прирост в коммуникациях и предметных знаниях.

О полезности 100 % студентов ответили «да».

Кроме того, приведем ценные цитаты о том, что выделено студентами как наиболее полезное:

– «Структурирование информации, так как это помогает быстрее и лучше запомнить материал»;

– «Процесс подготовки к мероприятию, так как сам прорабатываешь информацию и есть возможность разобраться в каких-то вопросах»;

– «Возможность, студентам проявить навыки, такие как (проработка информации, представительские качества, закалка нервов)».

Работа экспертов (ассистентов и студентов) была оценена высоко.

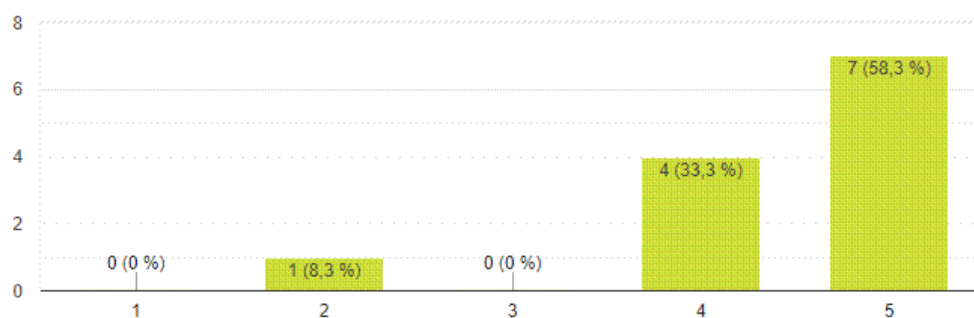


Рис. 1. Результаты оценки работы экспертов по 5-балльной шкале

Интересна динамика самооценки своих результатов до и после мероприятия (рис. 2).

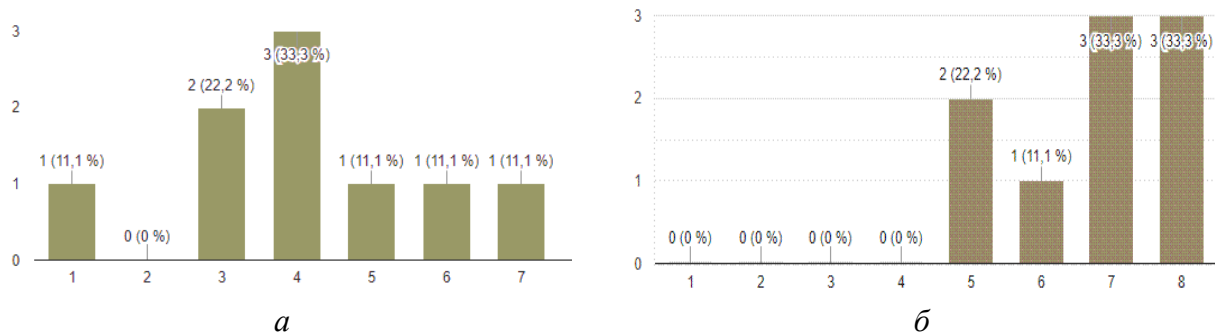


Рис. 2. Динамика самооценки знаний по химии до (а) и после (б) лекции-конференции

При работе в роли учебного ассистента удается улучшить свои компетенции и навыки в преподавании материалов, коммуникации и организации. Первокурсники отметили, что при работе с учебными ассистентами им проще было усвоить информацию и ассистенты помогали с объяснениями в вопросах, связанных с химией. Несколько студентов в опросе отметили, что им тоже была бы интересная деятельность в качестве учебных ассистентов.

Список литературы

1. Павлова Л. В. Педагогический прием «учебный ассистент» как фактор активизации учебно-познавательной деятельности студентов на занятиях по инженерной графике // Концепт: научно-методический электронный журнал. 2012. № 7 (июль). URL: <http://www.covenok.ru/koncept/2012/12084.htm>. Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. ISSN 2304-120X.

2. Douglas J., Powell D. N., Rouamba N. H. Assessing graduate teaching assistants' beliefs and practices // Journal on Excellence in College Teaching. 2016. 27(3). С. 35–61.

К ВОПРОСУ О ВОСПИТАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Е.В. Ущеко*

Научный руководитель Е.Ю. Чурилова

Сибирский федеральный университет

Воспитание обучающихся в настоящее время осуществляется в новых социально-экономических и общественно-политических условиях. Сегодня меняется социокультурная жизнь подрастающего поколения, принципы функционирования образовательных учреждений, средств массовой информации, молодёжных объединений и организаций. Наблюдается снижение воспитательного потенциала в образовательных учреждениях.

В педагогической литературе проблемой воспитания занимались такие ученые как: Джон Дьюи, Ж.-Ж. Руссо, И. П. Иванов, А. С. Макаренко, Я. Корчак, Л. И. Новикова, Ж. Пиаже, А. Г. Асмолов, Л. С. Выготский, Г. Е. Залесский.

А. С. Макаренко писал, что воспитание представляет собой упражнение в правильном поступке. Л. И. Новикова утверждает, что воспитание – это управление процессом развития личности (определенных ее свойств) через воспитательную систему и воспитательное пространство.

Теория воспитания является составной частью педагогической науки, которая раскрывает общие закономерности формирования личности человека и обосновывает содержание воспитания [1].

Содержание воспитания – единство всех компонентов воспитания (цель, задачи, содержание, формы, методы, предполагаемые результаты), которое реализуется в его результатах. Результаты эти проявляются не сразу, так как между воспитательным воздействием и выработанными качествами личности лежат различные по времени периоды. Каждый обучающийся при одинаковых условиях воспитания будет давать не одинаковый результат, что зависит от многих факторов (среды, наследственности, внешних и внутренних факторов). Поэтому воспитание должно учитывать все составляющие факторы [2].

Перейдем к основным аспектам воспитания. Цель воспитания определяет государство, целям подчиняется содержание, организация, формы и методы воспитания. Цель реализуется в воспитательном процессе, который должен включать условия, пространство и среду. Результатом воспитания будет являться ценность. Также результат будет зависеть от цели, соответственно цель воспитания зависит от выбора направления воспитания.

В результате воспитания происходит процесс принятия ценности. А именно происходят три последовательных этапа, внутри которых лежат эмоции и выбор: интернализация – процесс, когда человек начинает относиться к чему-то как ценности; интериоризация – процесс при котором, происходит внутренняя работа по отношению к ценности; экстериоризация – процесс при котором,

* © Ущеко Е.В., 2019

происходит демонстрация ценности в повседневной жизни. На сегодняшний день тенденция такова, что большинство воспитательных мероприятий, которые проводятся в вузах, не содержат в себе воспитательную ситуацию, а именно в них отсутствует выбор, эмоциональная вовлеченность и закрепление.

В качестве примера нам бы хотелось привести оценку двух воспитательных мероприятий.

Оценка воспитательного мероприятия «Российский национальный молодежный симфонический оркестр».

Направление воспитания: эстетическое.

Цель: познакомить с произведениями классической музыки таких авторов, как Бетховен, Шостакович, Чайковский, Брамс, Рахманинов. Сформировать эстетические потребности, взгляды и убеждения, способность полноценно воспринимать прекрасное в искусстве, приобщить к художественному творчеству.

Обоснование: программа российского национального молодежного симфонического оркестра была создана в рамках национального проекта «Культура» в соответствии с Указом Президента РФ Владимира Путина и при поддержке Фонда президентских грантов и Министерства культуры РФ. Соответственно цель опередило государство.

Если студентов попросили посетить данное мероприятие добровольно-принудительно и поход в концертный зал оборачивается для обучающихся пыткой, если они также не видят разницы между первым концертом Рахманинова и симфонией № 1 Брамса, то студенты не будут относиться к этому как к ценности, у них не будут происходить такие процессы, как интернализация, интериоризация и экстериоризация. Однако данное мероприятие посетили все желающие, у которых, возможно, уже имеется процесс интернализации, соответственно, дальше могут случиться такие процессы, как интериоризация и экстериоризация.

Хорошая музыка в качественном исполнении творит с людьми удивительные вещи. Большинство слушателей, впервые оказавшись в зале, реагируют на выступление оркестра совершенно необъяснимо – иногда это буря эмоций. Даже неподготовленный и минимально эрудированный в музыкальном плане слушатель не остается равнодушным, когда звучит классическая музыка в достойном исполнении. Соответственно, у нас присутствует эмоциональная вовлеченность.

В данном мероприятии также присутствует принцип идеальности. Исполнители или дирижёр могут служить идеалом. Слушатели могут советовать посещать данные мероприятия своим родным, коллегам, одногруппникам и т.д.

Также могло произойти повышение мотивации слушателей к прослушиванию классических произведений, некоторые слушатели могут захотеть научиться играть на музыкальных инструментах. Происходит процесс социализации.

Учтены макро- и микрофакторы, а именно город Красноярск, Конгресс-холл СФУ. Также влияние семьи, сверстников, преподавателей. В данном ме-

роприятии у нас имеется пространство, условия и среда, без чего не возможен воспитательный процесс.

Исходя из сказанного выше, в данном мероприятии не случится воспитательная ситуация, так как нет деятельности, нет закрепления, присутствует только эмоциональная вовлеченность.

Оценка воспитательного мероприятия «Фестиваль «Новая весна»».

Направление воспитания: эстетическое.

Цель: сохранить и приумножить нравственные, культурные достижения студенческой молодежи, популяризовать различные виды и направления творческой деятельности в среде обучающихся, выявить талантливую студенческую молодежь и создать условия для реализации их творческого потенциала, развить и укрепить профессиональные и культурные связи между творческими студенческими коллективами университета.

Обоснование: в данном воспитательном мероприятии происходит развитие эстетических ценностей, что оправдывает выбор направления воспитания.

На сегодняшний день государство определяет цель формирования и развития эстетической культуры у обучающихся, что нашло отражение в таких нормативных документах, как «Национальная доктрина образования Российской Федерации» (декларирует обеспечение современного разностороннего развития молодежи, указывает на необходимость выявления творческого потенциала личности, развития ее творческих способностей, формирования умений и навыков ее самореализации), Федеральный закон об культуре в РФ. Соответственно, цель определяет государство.

Обучающиеся, которые по своему желанию участвуют в фестивале «Новая весна», будут реализовывать (демонстрировать) ценности в повседневной жизни. Происходит процесс экстерииоризации.

Учтены следующие принципы воспитательного процесса: принцип деятельности – данный принцип основывается на том, что эффективное развитие индивида происходит только в результате его активной собственной деятельности. В данном фестивале может принять участие абсолютно каждый студент, он может показать свое творчество, поучаствовать во внеучебной жизни университета, также фестиваль несет в себе цель – сохранение и приумножение нравственных, культурных достижений студенческой молодежи; принцип обратной связи – обучающиеся начинают вовлекаться во внеучебную жизнь университета, вовлекать других обучающихся; принцип свободы выбора – обучающиеся сами выбирают номинацию в которой будут представлять свое творчество.

В данном мероприятии учтены макро- и микрофакторы, а именно город Красноярск, концертные залы, где будет проходить организация мероприятия. Также влияние семьи, сверстников.

В данный процесс включены пространство, условия и среда, что является неотъемлемой частью воспитательного процесса.

Также включен социально-психологический подход. У нас присутствуют студенты, соответственно, группы разнополюе и разновозрастные. Студенты в группе начинают наблюдать за действиями других обучающихся. Происходит

процесс сопереживания эмоциональным состояниям окружающих, включатся эмоциональная вовлеченность.

У обучающихся, впервые участвующих в данном мероприятии, будут происходить такие процессы, как интернализация и интериоризация.

Также присутствует субъектность, а именно обучающиеся при участии в данном мероприятии будут преследовать свои собственные цели.

Закреплением в данном мероприятии будет служить награждение победителей и участников Фестиваля «Новая весна».

Исходя из сказанного выше, данное мероприятие содержит воспитательную ситуацию, так как присутствуют три компонента: выбор, эмоция и закрепление.

Список литературы

1. Гриценко Л. И. Теория и методика воспитания. М., 2005.
2. Селиванов В. С. Основы общей педагогики: Теория и методика воспитания : учеб. пособие для вузов. М. : Академия, 2004.

**Философия, глобалистика,
геополитика и конфликтология**

СЛОЖНОСТЬ В КОНТЕКСТЕ ПРОБЛЕМАТИКИ ЛЕГИТИМАЦИИ ЗНАНИЯ

А.В. Думов*

Научный руководитель В.И. Кудашов
доктор филологических наук

Сибирский федеральный университет

Постсовременную эпоху в становлении и развитии эпистемологических представлений отличает интерпретационный плюрализм, ставший основанием для фундаментальных метаморфоз классических концепций знания. Изменение представлений о сущности знания и осуществлении постижения мира привели к отказу от гносеологического нормативизма и субъектоцентризма, характерных для классических эпистемологий. Подвергнуты сомнению и прежде существовавшие модели рациональности, ввиду чего существенные изменения коснулись представлений о методологии познания. На смену вере в абсолютность метода, основанного на корреляции законов разума и незыблемых принципов мироздания, пришли релятивные представления о естественной ограниченности познавательных средств. Знание понимается как относительное и контекстуально детерминированное, тогда как всякая претензия на всеобщность воспринимается иронично [1, с. 218].

Развитие новой эпистемологии сопряжено с утратой легитимационных оснований знания. С крахом представлений о линейном прогрессивном развитии и великой цели познающего, являющегося созидателем будущего в настоящем, вопрос о смысле и цели познания вновь обретает насущное значение. Вера в развитие научного знания как основание развития общества и утверждения общего благосостояния, равно как и представления о познании как о преодолении враждебных человеку сил природы путем выявления их внутренних руководящих принципов, утрачена. Предпосылки этого явления следует искать в особенностях спекулятивного содержания подобных метанарративов: по замечанию Ж.-Ф. Лиотара, они содержат в себе «зерно» делигитимации – необходимость принятия спекулятивных положений, определяющих статус знания, в качестве аксиоматических [2, с. 93]. Критика спекулятивного положения разрушает нарративную легитимационную структуру. Автономное решение вопроса о легитимации знания в поле науки при данном условии становится невозможным, поскольку легитимирующая функция «отчуждена» в пользу спекулятивной сферы, в рамках которой осуществляется и осмысление оснований научного знания.

На фоне множества эпизодов потенцирования технологического развития акторами экономической среды возникает новая стратегия легитимации научного знания, названная Ж.-Ф. Лиотаром «легитимацией через результативность» [2, с. 102]. Акцент переносится с цели познания на его средства и их эф-

* © Думов А.В., 2019

фактивность, ввиду чего критерием, определяющим статус знания, становится соответствие познавательного процесса требованиям увеличения производительности, выражающимся в его последовательной операционализации. Знание понимается как ресурс для создания технологий, которое регламентируется и определяется потребностями рынка. Экстраполяция критерия результативности на производство знания приводит к проникновению рыночных форм организации, основанных на конкурентных антагонистических отношениях, в структуру взаимодействия научных институтов: примером тому может послужить конкурентная борьба научных организаций в сферах разработки востребованных технологических продуктов. Операционализация на организационном и процессуальном уровне в данном случае служит средством интенсивного развития.

Путь легитимации познания через производительность, естественный для экономических структур, вновь устанавливает корреляцию между развитием науки и ростом благосостояния. Наука утверждается в качестве сферы создания полезного знания, обеспечивающего увеличение возможностей человека по преобразованию и освоению мира в собственных целях. Отличием данной легитимационной стратегии от спекулятивных подходов является отношение к доступности знания: знание понимается как ограниченный ресурс, имеющий важнейшее значение в конкурентных процессах. Поэтому доступ к знанию и, соответственно, выбору путей реализации его конструктивного потенциала в преобразованиях среды, определяется достаточно закрытыми группами. Право использования знания-ресурса становится достоянием наиболее конкурентных структур.

Но возможно ли говорить о сообразности ориентированной к результативности легитимационной стратегии естеству человеческого познания? Редуктивный характер моделей эффективной организации производства знания обнаруживает себя в интерпретации фигуры исследователя. Описываемая Ж.-Ф. Лиотаром система, нацеленная на рост производительности, принуждает исследователя к операционализации и к отчуждению себя от постигаемого. Осуществляется редукция познающего к его функциональным проявлениям, и тем самым он приобретает облик механизма, создающего и обрабатывающего информационный продукт необходимым образом. Противоестественность данной интерпретации заключается в пренебрежении сложностью природы человеческого познания, в сущности, не являющегося способом получения информации о мире. Поскольку применение критерия результативности приводит к деструкции облика познающего субъекта, мы не можем говорить о сообразности подобной легитимационной стратегии естеству научного познания, являющегося собой одну из форм осуществления познавательного процесса.

Ключевой особенностью легитимационной стратегии через результативность является детерминистический характер ее оснований. Стремление к увеличению производительности системы предполагает определение данной системы как устойчивой, обладающей определенной траекторией развития. Предполагается и возможность стабильного прогнозирования отклонения системного развития, что позволяет осуществлять его контроль и вносить необходимые

коррективы в данный процесс. Но можем ли мы говорить о существовании подобных особенностей у структур производства знания? В сущности, познание не сводится к процессу получения, трансформации и трансляции некоей обладающей самостоятельным существованием «информации». Познание является процессом организации сложных взаимосвязей человека с миром, при этом говорить о линейной направленности данного процесса не приходится. Возможно обобщенное представление о циклической организации некоторых аспектов данного процесса, например, перцептивной активности. Применение таких представлений о гносеологической организации к индивидуальному познающему наилучшим образом представлено в исследованиях У. Найссера [3]. Его представление о гносеологической организации связывает воедино когнитивные структуры-основания, модифицируемую ими деятельную активность, направленную как на преобразование среды, так и на получение новой информации о ней, что влечет за собой преобразование когнитивных структур.

Неприемлемость легитимации через результативность отмечается и Ж.-Ф. Лиотаром: им обосновывается возможность утверждения знания через признание его сущностной парадоксальности, проистекающей из нелинейной организации познавательного процесса. Данная легитимационная стратегия обозначается Ж.-Ф. Лиотаром как паралогическая [2, 144]. В данном контексте паралогия – существование в содействии множества направлений постижения мира и соответствующих им методологий аргументации, направленных на «вплетение» получаемого знания в структуру научных представлений о мироздании. Паралогия представляет собой архитектуру контекста научного знания, понимаемого как сложная эпистемическая структура. В паралогичности знания заключается его способность к автолегитимации, проистекающая из свойства саморегуляции познавательных процессов. Признание парадоксальности знания, таким образом, является важнейшим шагом на пути к постижению истинной природы сложной реальности.

Следует отметить, что осуществление сообразования познавательных практик с их внутренней парадоксальностью, знаменующее освобождение от противоестественных внешних воздействий на структуры знания, требует преобразования эпистемических представлений, которые могут послужить ориентирами развития организации постижения мира. Необходимо формирование эпистемологии сложности в качестве сферы теоретико-познавательного осмысления проявлений сложности в осуществлении познания. Отказ от эпистемологического нормативизма и фундаментализма сопряжен с необходимостью выработки ценностей и норм познания сложного, направленных на потенцирование развития диалогических взаимодействий на дисциплинарном и парадигмальном уровнях, формирование представлений об экологии познания, неотъемлемых от экологичности действия. Значительно необходим и концепт познания как производства приблизительного знания, направленный на принятие взаимосвязей знания и неопределенности. По замечанию Э. Морена, единственным стоящим знанием можно назвать лишь то, которое питается собственной неопределенностью [4, 51]. Неопределенность проявляется как в обретае-

мом знания (известное всегда диалогически содействует с неизвестным, и эти отношения принимают отнюдь не только формат противоречия), так и в методологическом синтезе. Абсолютизация гносеологического метода недопустима, поскольку не является экологически валидной, то есть не соответствует естественным особенностям познания как среды осуществления взаимодействий мира и человека познающего.

Эпистемологические исследования сложности открывают возможность для увеличения степени интериоризации организационной формы сетей со слабой иерархичностью сферой научного знания. Трансдисциплинарные исследования гораздо более эффективно осуществляются при сетевой организации исследовательского взаимодействия, нежели при действии в рамках классических бюрократизированных структур, обладающих значительно меньшей свободой от влияния заинтересованных экономических акторов. Теоретико-познавательное осмысление вопросов сложности, таким образом, становится необходимым компонентом стратегии паралогической легитимации знания, направленным на создание матрикса* сложного познания – организационно-структурных принципов и ценностных ориентиров, определяющих облик взаимодействия познающих акторов и среды.

Список литературы

1. Montuori A. Complexity and Transdisciplinarity: Reflections on Theory and Practice. *World Futures: The Journal of New Paradigm Research* 69, no.4–6, (2013). Pp. 200–230.
2. Лиотар Ж.-Ф. Состояние постмодерна / пер. с фр. Н. А. Шматко. СПб. : Алетейя, 2016. 160 с.
3. Найссер У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии / пер. с англ. В. В. Лучкова. М. : Прогресс, 1981. 232 с.
4. Морен Э. Метод: природа природы / пер. с фр. Е. Н. Князевой. М. : Прогресс-Традиция, 2005. 464 с.

* Термин «матрикс» заимствуется из микробиологии и используется в метафорическом значении применительно к описанию антропогенетических структур А. В. Олескиным. См.: Олескин А. В. Сетевые структуры в биосистемах и человеческом обществе. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2017. С. 293.

ГЕГЕМОНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ИНСТИТУТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СФЕРЫ

К.А. Максимов*

Научный руководитель В.А. Устюгов
кандидат философских наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Начальной точкой отсчета институционализации и вытекающей из него проблемы демаркации науки в России можно с уверенностью назвать комиссию по рассмотрению медиумических явлений, организованную в 1875–1876 гг. Д. И. Менделеевым. Бесспорно, что выдающиеся ученые существовали ранее, но говорить о раннем формировании *института* науки в России – нельзя, так как не еще не выделилась ее самостоятельная надчеловеческая сущность. «Наука существует отдельно от ученых, живет самостоятельно, есть сумма знаний, вырабатываемых всею массою ученых, подобно тому как известное политическое устройство страны вырабатывается массою лиц, живущих в ней», – пишет Менделеев [1, с. 329].

На западе же этот процесс происходил немного раньше в XVII–XVIII вв. и в значительной мере связан с работой Ньютона «Математические начала натуральной философии» (1687) и появлением первых научных организаций, субсидируемых правительством, – Французской академии (1635), Лондонского королевского общества по развитию знаний о природе (1660), Берлинской академии наук (1700) [2, с. 26]. Науку того времени сложно отделить от философии, теоретическая сторона науки, которая преобладала вплоть до позитивистских тенденций, являла собой разновидность философии. «В Новое время наука вырабатывала стратегию своего очищения от прежних интеллектуальных традиций, а философия приобретала формы, близкие этой стратегии, стремилась «обрести научность» и гордилась, когда ей это в той или иной степени удавалось. Наука должна была стать главной культурообразующей силой, и философия, если рассматривать ее основные тренды, сделала это требование своим знаменем, главным пунктом своей идеологии» [3, с. 10]. Последствия этого ощущаются и в наше время: сциентизация философии и философствование о науке – вот два основных пути, за которые цепляется философия в попытке получить признание.

Из связи возникновения науки как социального института и появления проблемы научной демаркации можно сделать предположение, что эта проблема носит социогенный характер. Иначе говоря, феномен демаркации связан именно с институционализацией, а не со спецификой научного познания. Нечто схожее можно заметить в Средние века, когда ортодоксальная христианская церковь боролась с еретическими учениями. Разумеется, и теоретическая, и

* © Максимов К.А., 2019

практическая реализация этой борьбы, как и методология науки и церкви, существенно отличаются, но нельзя сказать, что они не имеют ничего общего.

Обратить внимание следует именно на борьбу внутри институтов, а не между ними, потому как проблема отделения науки от религии не стоит так остро, как проблема отделения науки от псевдонауки. Сущность борьбы представляется так: в определенный период времени в процессе борьбы из конкурирующих институтов выделяется центральный институт – гегемон в интеллектуальной сфере. В силу специфики его генезиса экспансивная политика является его неотъемлемым свойством. Альтернативные течения теперь начинают рассматриваться как действующие в *топике центрального института* (как единственной возможной и верной), при этом не обременяя себя выполнением установленных норм, свойственных этой (чужой для них) топике. Когда эти течения обретают популярность и обращают на себя внимание главенствующего института, он начинает с ними бороться в теоретическом поле путем разотождествления себя с ними и их исключения из своей топики. После разотождествления указывается неравноценность учений, оценка которых проводится, конечно же, по лекалам гегемона.

На западе таким гегемоном с II–III вв. до нового времени является христианство, начиная с нового времени это место постепенно начинает занимать наука, хотя централизация имеющихся институтов происходит лишь в XIX в. В то же время сказать, что в античности доминировал институт философии, будет неправильно, в связи с тем, что тогда его попросту не существовало, по крайней мере, в единичном, *централизованном* виде. Платонизм и аристотелизм не были «официальной» философией в сравнении «псевдофилософским» эпикуреизмом или стоицизмом. «Христианская концепция αἴρεσις и христианская ересиология, таким образом, превратились в средство отстаивания превосходства единой и неделимой христианской традиции над многочисленными и разнообразными философскими школами» [4, с. 11]. Централизацию и придание негативной окраски множественности истины унаследовала и наука, когда заняла гегемонское место религии. Как замечал Шпенглер: «Вся наука выросла при религии, в свете всех до единой душевных предпосылок религии, и не является ничем, кроме как абстрактным улучшением этого прежнего менее абстрактного учения, рассматриваемого теперь как ложное. <...> Критическое знание покоится на вере в превосходство сегодняшнего понимания над вчерашним» [5, с. 16]. Достаточно точным это высказывание будет применительно к авраамическим религиям, со свойственным им положением о единой, безальтернативной истине. Философия же, как обычно считается, зарождается в древней Греции, Индии и Китае, то есть местах, где отсутствует единый централизованный институт религии, и наследует этот плюрализм.

Специфика научного знания заключается в неспособности ответить на фундаментальные вопросы вида «Что есть наука?» Научный аппарат к этому просто не располагает. Позитивный ответ на проблему научной демаркации предполагает, что может быть дано такое определение науки, которое будет включать определенные дисциплины вроде физики, химии и т. п., одновремен-

но с тем, исключая астрологию, хиромантию, спиритизм и т. п. Парадоксальность состоит в том, что мы уже заранее интуитивно знаем, о том какие дисциплины должны или не должны входить в объем понятия, но необходимо формализовать это так, чтобы случайно не нарушить предполагаемое место дисциплин. «Внедрение во все сферы жизни математического и технического знания не будет способствовать получению ответов на социальные и политические вопросы» [6, с. 128]. Философия в последнее время тоже затрудняется давать ответы на такие вопросы, которые, казалось бы, в ее компетенции. Связано это с тем, что философия (к которой можно отнести и теоретическую науку) пытается соответствовать нормам доминирующей позитивистской науки с единой методологией, как бы подразумевая, что на философские (научно-теоретические) вопросы могут быть даны *правильные* ответы, словно это нечто эмпирическое и воспроизводимое. Одним из симптомов болезни философии может служить унаследование ею проблемы демаркации. Примером этого могут быть попытки отделить «правильную» западную философию от «неправильной» индийской, китайской, русской. Проблемой единая методология видится и Фейерабенду, если говорить о науке.

Анализируя эти тенденции, В. Г. Косыхин приходит к следующим вариантам: «Либо наука становится более технократической за счет усиления бюрократических процедур программирования и контроля результатов и, как следствие, ослабления своей исследовательской и технологической эффективности, либо она возвращается из плена технократических иллюзий в технологическое измерение исследовательской деятельности» [1, с. 29]. Источником технократии как раз и выступает гегемония практико-ориентированной науки, предписывающей всем, в том числе и теоретическим наукам, давать практический результат, который может быть выражен в деньгах. Лидерство институту *такой* науки обеспечивается экономической стороной, а не эпистемологической.

Как видно, наличие централизованного института или отказ от него в пользу множества альтернативных школ ставит вопрос о ценностях. Если ценностное предпочтение отдается экономической целесообразности, то можно говорить круговой ловушке, в которую запирается себя такая наука (фактически превращающаяся в бизнес). Разрешить эту проблему может только философия как задающая ценности дисциплина, выброшенная в связи с нерентабельностью.

Список литературы

1. Менделеев Д. И. Материалы для суждения о спиритизме. СПб., 1876.
2. Косыхин В. Г. Наука как социальный институт в пространстве технократической цивилизации: проблемы и перспективы // Изв. Саратов. ун-та Нов. сер. Сер. Философия. Психология. Педагогика. 2015. Т. 15, Вып. 1.
3. Касавин И. Т., Порус В. Н. Философия науки в России: от интеллектуальной истории к современной институционализации // *Epistemology & Philosophy of Science*. 2016. Т. XLVIII. № 2.

4. Лёр В. Изменчивый образ инакомыслия: ересь в раннехристианский период // Вестн. ПСТГУ II : История. История Русской Православной Церкви. 2014. Вып. 4 (59).

5. Шпенглер О. Закат Европы. В 2 т. Т. 2. М. : Мысль, 1998.

6. Волков С. Н., Райкова Е. Ю. Метафизика обыденного сознания или сциентизм научного познания? (К вопросу о гуманитаризации технического образования) // Интеграция образования. 2006. № 4.

ГАДЖЕТЫ – ХИЩНЫЕ ВЕЩИ ВЕКА

Р.О. Юшков*

Научный руководитель Ю.В. Грицков
доктор философских наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Прошу присутствующих отключить и убрать свои телефоны: они могут помешать Вам услышать нечто важное!

Как часто сегодня вы брали в руки свой телефон и заходили в социальные сети? У вас же наверняка случалось, что вы взяли гаджет для конкретной цели и затем в ту же минуту забыли эту самую цель?! Попробуйте нарочно лишиться себя хотя бы на один день гаджета. Без привычной «дозы» вы очень скоро ощутите тревогу.

За последние десятилетия мобильные телефоны, компьютеры, интернет коренным образом изменили нашу жизнь. Мы предполагали, что жизнь станет проще и удобнее. Сегодня, если мне надо написать человеку в другой конец мира, я могу сделать это в считанные секунды, раньше бы мне пришлось идти на почту, покупать конверт, марку и т. д. Когда была бумажная почта, человек отправлял и получал примерно с полдюжины писем в месяц, и того чувства, которое обязывает сиюминутно же отвечать на них, никто не ощущал. Сегодня же мы получаем каждый день множество сообщений в различных социальных сетях, и все ждут от нас немедленного ответа. Мутный поток информации мешает нам сконцентрироваться на книге, которую надо прочесть или на лекции, которую нужно выслушать и понять. Гаджеты засоряют наш мозг излишней (часто токсичной) информацией. Они крадут наше время, отнимают покой, навязывают чужие мнения, подталкивают к ненужным поступкам. Мы с их помощью хотели сэкономить время, но вместо этого только ускорили нашу беговую дорожку!

Практически каждому из нас знаком синдром *информационной усталости*, включающий в себя «паралич аналитических способностей», «чрезмерно возбужденное психологическое состояние», «беспокойство и неуверенность в себе», что приводит к «глупым решениям и ошибочным выводам». Мы засыпаем, засиживаясь в социальных сетях. Более того, часто специально просыпаемся ночью чтобы проверить почту, да даже в туалет люди ходят с гаджетами (иногда, наверное, даже забывают зачем туда пошли). Мы стали плохо концентрироваться из-за перегрузки кратковременной памяти. Следствие этой перегрузки – хроническое, болезненное состояние раздражительности, гнева или даже ярости. Чрезмерная информационная стимуляция заставляет мозг закрываться и переходить в состояние, подобное трансу. Современные исследования за 2017 г., которые провёл ученый Хюн-Сук Сео из Корейского университета в Сеуле, показали, что паттерны биохимической и нейрофизиологической циф-

* © Юшков Р.О., 2019

ровой зависимости абсолютно идентичны наркотическому поражению, они затрагивают те зоны мозга, которые ответственны за принятие решений и чувства тревожности.

Современный 18-летний молодой человек четыре года своей жизни уже провёл перед экраном (четыре астрономических года, КАРЛ!!!). Круглосуточно, 24 на 7 у компьютеров, телевизоров, телефонов... По данным ААР (Американская ассоциация педиатров) на 2013 г. 8 часов в сутки проводит современный подросток за экраном. Казалось бы, это всё положительно влияет на креативность, эти подростки будут умными, талантливыми, им всё доступно, информации море и т. д., но есть очень блистательный, хороший тест на креативность, тест Торренса, который существует с 1960-х гг., нет ничего лучше этого теста, что бы смогло предсказать перспективы будущего развития отдельного человека. Были проведены исследования докторами из Института психологии РАН и было выяснено, что с 1960-х гг. вместе с усилением информационного потока шёл рост креативности, с 1984 по 1990 гг. рост креативности стабилизировался. Начиная с 1990-х гг. идёт неуклонное снижение креативности детей в выполнении этого теста. 85 % детей в 2008 г. получили баллы более низкие, чем в среднем в 1984 г. Это действительно фундаментальное снижение интеллектуальных функций, потому что креативность о них свидетельствует в первую очередь.

На нас ежедневно обрушивается поток «мусорной» информации. Вы заметили, что с каждым годом происходит эскалация примитивного контента? И это происходит не случайно, кому-то очень нужно привлечь наше с вами внимание, ведь оно стоит огромных денег. Создатели информационного контента знают, что в информационном потоке мозг охотнее «зацепится» за наши любимые примитивные «мемчики», чем за глубокую интеллектуальную статью. **НАШ МОЗГ ПРЕДПОЧИТАЕТ РЕШАТЬ БОЛЕЕ ПРОСТЫЕ ЗАДАЧИ.**

Что же делать? Как остановить процесс «поглупения»?

Как сказал знаменитый медик Парацельс: «Всё яд и всё лекарство, и то и другое определяет доза». Нам необходимо научиться ставить ограничители для информационного спама, не надо думать, что больше информации – лучше. Очень важно иметь перерывы в потреблении информации, вы сейчас все выслушаете мой доклад, но после меня будет ещё огромное количество выступлений и, вероятно, к выступлению последнего докладчика слушатели уже мало, что вспомнят из моего доклада. Мозгу нужно время, чтобы переварить, ту информацию, которая в него попала, если он будет получать сразу же новую информацию, то предыдущая информация будет просто-напросто вытеснена новой привходящей. Также надо ограничивать себя от внешнего мира психологически и физически, больше времени проводить наедине с собой.

Сейчас я прошу вас закрыть глаза и попытаться представить езду по скоростной магистрали вдоль берега океана, что очень похоже на бесконечный скроллинг в социальных сетях, когда едешь очень быстро, сложно жать на тормоз, хочется ещё быстрее, быстрее, но у вас всё же есть выбор: вы можете нестись вперёд, наслаждаясь красивыми видами океана и фотографировать прямо

из окна, или вы можете сойти со своего привычного пути, нажав на педаль тормоза, чтобы выйти из автомобиля, снять обувь и носки, пройтись по песку, почувствовать, как песок просачивается сквозь ваши пальцы, подойти к океану и позволить волнам омыть вам ноги прохладной водой, ваша эмоциональная жизнь станет богаче, потому что вы испытаете всё это на себе и потому что оставите свой смартфон в автомобиле. Спасибо!

Авиарежим – ваш лучший друг!

Список литературы

1. Харари Ю. Н. Sapiens. Краткая история человечества // Синдбад. Москва. 2016. № 60. С.
2. Курпатов А. В. Красная таблетка. Посмотри правде в глаза. Капитал, 2018.
3. Карпова Е. Е. Теоретический анализ понятия «цифровая зависимость» в зарубежных исследованиях // Научная электронная библиотека «Киберленинка». URL: <https://cyberleninka.ru>.

Функциональный менеджмент организаций

КОНТЕНТ-МАРКЕТИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

П.Ю. Акилина*

Научный руководитель Т.Г. Бутова
доктор экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день интернет-технологии проникли во все сферы повседневной жизни людей [1]. Интернет стал одним из главных источников получения информации в цифровой экономике. Неудивительно, что использование функций сети Интернет стало неотъемлемой частью не только жизни человека, но и успешного ведения бизнеса, в том числе и маркетинговой деятельности. Продвижение продуктов все больше производится с помощью интернет-технологий, таких как:

- контекстная реклама,
- продвижение в социальных сетях,
- SEO-оптимизация,
- медийная реклама,
- email-маркетинг и др.

Однако, если в нашей стране данные инструменты продвижения все еще активно используются и развиваются, в США и Европе они находятся на стадии зрелости, но уже отходят на второй план. Появляются новые инструменты продвижения. Это обусловлено тем, что непросмотренной рекламы становится все больше. Уставшие от навязчивой повсеместной рекламы пользователи настойчиво устанавливают блокировщики как для персональных компьютеров, так и для мобильных устройств. По результатам опроса OnlineAdvertisingSurvey от GooTechnologies около 82 % пользователей США игнорируют рекламу в интернете [2].

Требования к распространению контента становятся все более строгими из-за перегруженности информацией и перенасыщенности рекламы в интернете. Целевая аудитория становится критичнее и оценивает подачу и качество информационного материала выборочнее: ценится актуальный, интересный и полезный контент. В результате развиваются и становятся востребованными новые технологии продвижения. Например, контент-маркетинг, под которым понимается совокупность маркетинговых приёмов, основанных на создании и/или распространении полезной для потребителя информации с целью завоевания доверия и, как следствие, привлечения потенциальных клиентов.

Целью данной работы является анализ теоретической информации по инструменту контент-маркетинг для дальнейшей разработки проекта по внедрению этого инструмента в компанию в качестве дополнительного способа привлечения клиентов. Разрабатывать проект по внедрению контент-маркетинга в

* © Акилина П.Ю., 2019

организацию необходимо начать с изучения сути данного инструмента, его возможностей и ограничений.

Сущностью контент-маркетинга является не реклама конкретных продуктов как призыв к покупке, а «мягкое» ознакомление потребителей с компанией, характеристиками продукта, информирование потребителей об общей ситуации и событиях в данном сегменте рынка.

Востребованность контент-маркетинга также обусловлена распространением концепции «доверия» в маркетинге взаимоотношений как основу для построения долгосрочных отношений с клиентами. «Назначение маркетинга – помочь организациям завоевать доверие потребителей, так как доверие – основа приверженности потребителя» – Дж. О`Шонесси [3].

На основании опроса руководителей компаний США, проведенного агентством SmartInsights, был составлен график, который показывает, что в качестве приоритетного маркетингового инструмента в 2018 г. 20,3 % предпринимателей выбрали контент-маркетинг (см. рисунок) [4]. Оценить, насколько точным оказался прогноз и действительно ли в 2018 г. предприниматели использовали в своей стратегии продвижения контент-маркетинг как основной инструмент, пока нет возможности, поэтому выбор контент-маркетинга как приоритетного может быть связан с модой и популярностью данного инструмента продвижения в наши дни.

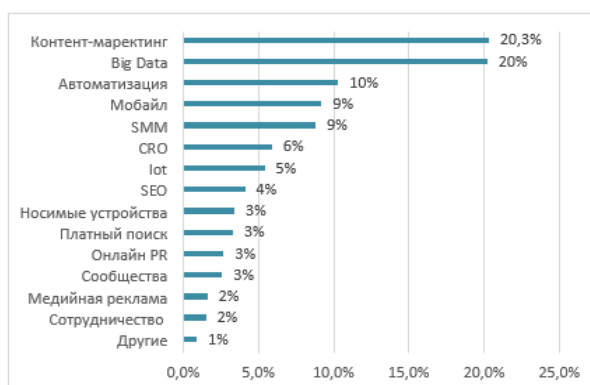


Рис. Прогноз маркетинговых инструментов в 2018 г. для бизнеса

В России компаниями, успешно использующими контент-маркетинг, являются Сбербанк, Альфа-банк, Трансаэро, 1С-Битрикс, М-Видео, Ozon.ru, Манго-Телеком, YOTA, Яндекс и др. [3].

Контент-маркетинг помогает компаниям достичь ряда целей, включая:

- узнаваемость бренда: качественный и полезный контент может продемонстрировать опыт вашей компании и позволит бизнесу зарекомендовать себя как мыслящего лидера, что укрепляет корпоративный бренд;
- расширение ассортимента: контент-маркетинг является дополнительным инструментом в комплексе продвижения компаний и позволяет расширить каналы распространения информации;

– лояльность к бренду: контент, содержащий полезную информацию, связывает клиента с компанией на длительный срок [5]. Последовательно предлагая хороший контент, компания генерирует интерес к своему веб-сайту и побуждают пользователей возвращаться. Пользователи сайта могут стать поклонниками контента компании, а также и самого бренда;

– обучение клиентов: образованный клиент становится счастливым клиентом, когда вы отвечаете на его вопросы с помощью полезного для него контента.

Взаимодействие с клиентами: публикация статьи, а затем ответы на комментарии/вопросы текущих или потенциальных клиентов позволяют установить связь между компанией и потребителем. Этот тип взаимодействия гуманизирует образ компании: придает ей мнение, личность.

Основные инструменты контент-маркетинга:

– блогинг – ведение блога или информационного канала компании;

– линкбайтинг – распространение уникального ценного контента с целью получения обратных ссылок на ресурс, то есть главная цель контента – быть процитированным;

– создание видеороликов – разработка видеороликов с названием компании, продукта для продвижения;

– проведение вебинаров, семинаров, обучающих курсов;

– подкастинг – распространение контента с помощью звукового вещания в стиле радиопередач.

Несмотря на безусловные преимущества данного инструмента, стоит заметить, что контент-маркетинг используется не повсеместно, не все компании готовы в него инвестировать по причине сложности подсчета эффективности и рентабельности данного инструмента, так как он направлен не на получение быстрого результата от рекламы – увеличение продаж, которые можно подсчитать количественно, а сконцентрирован на выстраивание долгосрочных отношений с клиентами, поэтому результат растянут во времени. Контент-маркетинг, в первую очередь, ответственен за качественные показатели: лояльность и доверие клиентов к бренду. Если бизнесу важно построение долгосрочных отношений с клиентами и для этого есть временные и денежные ресурсы, то для успешного внедрения контент-маркетинга необходимо разработать проект, соблюдая следующие пункты:

1) определить целевую аудиторию, к которой будет идти обращение;

2) зафиксировать четкий план работ, создать график публикаций контента (разработать календарный план);

3) определить команду проекта и ответственных;

4) оценить затраты на реализацию проекта;

5) спустя 1-2 месяца оценить результаты через обратную связь: количество подписчиков в социальных сетях, число лайков, количество комментариев, отзывы. Данные показатели продемонстрируют качество контента: интерес, полезность, актуальность для аудитории. Через 4-6 месяцев следует оценить увеличение количества клиентов и продаж.

Список литературы

1. О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы : указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203. URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1110145> (дата обращения 24.02.2019).
2. Trafton Kenney. Goo Study: Most of Us ignore online ads. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20140211005607/en/Goo-Study-Ignore-Online-Ads/> (дата обращения 20.03.2019).
3. Маркетинг доверия: теоретические парадигмы повышения эффективности взаимодействия рыночных структур : сайт. URL: <http://www.classs.ru/stati/marketing/paradigmu.html> (дата обращения 22.03.2019).
4. Пфантшиль И. Топ-14 трендов интернет-маркетинга 2017. Исследование // Rusability : сайт. URL: <https://rusability.ru/internet-marketing/top-14-trendov-internet-marketinga-2017-issledovanie/> (дата обращения 25.02.2019).
5. Hall J. Business goals of content-marketing // Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/johnhall/2013/10/20/5-business-goals-of-content-marketing/#6dd2194443af> (дата обращения 20.03.2019).

О СЛОЖНОСТЯХ И ПРОБЛЕМАХ В УПРАВЛЕНИИ МАЛЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ПРИ УНИВЕРСИТЕТЕ

В.С. Ботуров, М.В. Рыбков*

Сибирский федеральный университет

В 2009 г. в силу вступил Федеральный закон от 02.08.2009 № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» [1]. Федеральный закон № 217 послужил импульсом к созданию университетами малых инновационных предприятий, призванных обеспечить реальное внедрение в производство создаваемых за счет бюджетных средств результатов научно-технической деятельности, права на которые закреплены за учреждением образования.

Малые инновационные предприятия – это одна из составляющих инновационной инфраструктуры государства, назначение которой является в беспрепятственной коммерциализации и диффузии результатов интеллектуальной деятельности [2]. У малых инновационных предприятий при университете, по сравнению с другими хозяйственными обществами, следующие преимущества: упрощенная система налогообложения, освобождение от налога на добавленную стоимость при выполнении НИОКР, пониженные тарифы при уплате страховых взносов и возможность участие в различных программах развития, например от Фонда содействия инновациям или «Сколково» [1].

Большинство малых инновационных предприятий СФУ, а это 33 из 47, было создано в период с 2009 по 2010 г. На данный момент из 47 созданных университетом предприятий находятся в ЕГРЮЛ менее 30 и на сегодняшний день в 10 из них принято решение о ликвидации общества, а из оставшихся предприятий лишь единицы способны показать положительные финансовые результаты. Схожая с СФУ динамика в создании и функционировании малых инновационных предприятий (рис. 1) наблюдается и в показателях по всей Российской Федерации (рис. 2), в связи с чем можно предположить, что процессы при создании предприятий СФУ были схожи с процессами создания обществ другими университетами страны [2]. Так, например, к низкой эффективности малых инновационных предприятий по всей России, как и в случае с СФУ, привели следующие факторы:

– стремление университетов к демонстрации наилучших показателей, установленных Министерством образования и науки, повлекшее за собой недооценку рисков на низкоактивных инновационных рынках страны, переживающих последствия кризиса 2008 г.;

* © Ботуров В.С., Рыбков М.В., 2019

– регистрация юридических адресов предприятий без заключения официального договора аренды, предусмотренного Министерством образования и науки, в зданиях, принадлежащих университетам, что повлекло за собой признание недостоверными юридических адресов предприятий, исключение из ЕГРЮЛ и ограничительные меры со стороны Федеральной налоговой службы;

– смена организационно-правовой формы некоторых университетов с бюджетных на автономные, что привело к несоответствию малых инновационных предприятий университета регламенту ФЗ № 217 и, соответственно, лишению преимуществ МИП, предусмотренных законом. Изменения в Налоговом кодексе относительно автономных учреждений были разработаны намного позднее;

– выбор неверной стратегии участия университета в уставном капитале предприятия, при которой доля в некоторых из них составляла 50 %, приводя к ситуации «deadlock», парализующей принятие решений. В других случаях в качестве вклада в уставной капитал служила интеллектуальная собственность университета, зачастую неперспективная с точки зрения коммерциализации, а также приводящая к нехватке финансовых активов предприятия;

– кадровые проблемы и нехватка компетенций предпринимательской деятельности руководителей предприятий, а также отсутствие контроля и регулирования деятельности МИП со стороны университета.

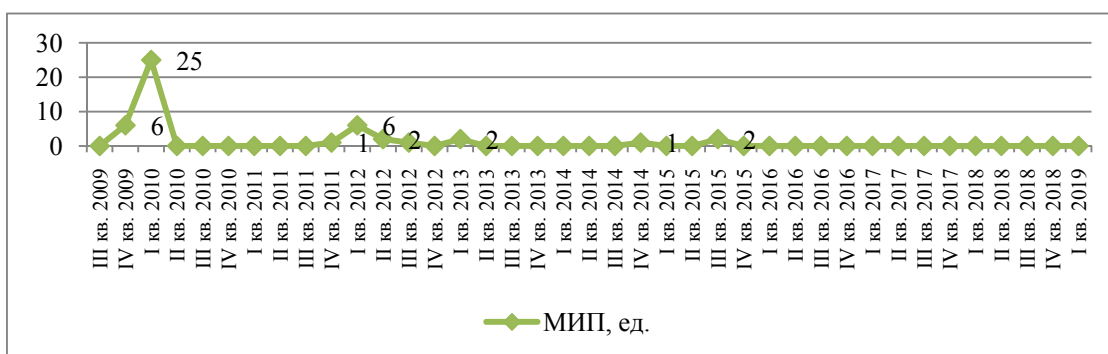


Рис. 1. Динамика создания МИП Сибирским федеральным университетом

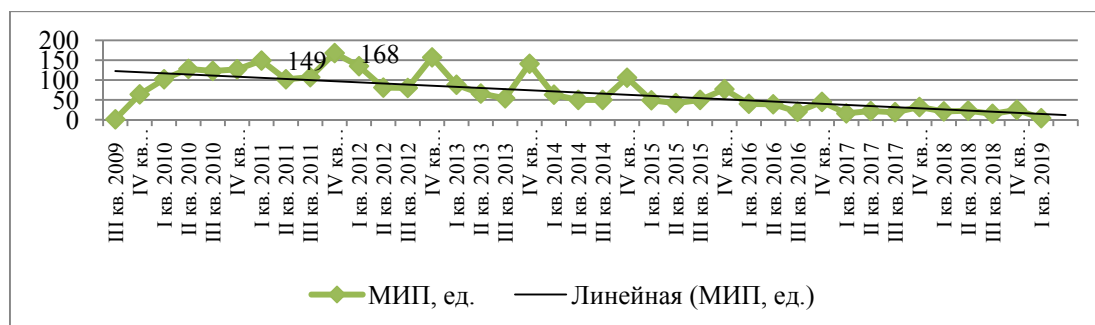


Рис. 2. Динамика создания МИП в России

Указанные факторы послужили причиной тому, что во многих предприятиях университетов сложились кризисные финансовые и организационные си-

туации, приводящие к парализации деятельности и банкротству этих предприятий. Не получив должной поддержки от университетов, в которых на тот момент отсутствовали развитая инновационная инфраструктура, а также система поддержки и контроля малых инновационных предприятий, многие руководители предприятий, ввиду отсутствия необходимых бизнес-компетенций и подорванного доверия к университету, своими действиями лишь усугубили ситуацию. Например, некоторые из них перестали сдавать отчетность в контролирующие органы, выходить на связь с представителями университетов и саботировать принятия решений по поводу дальнейшей судьбы подконтрольных им предприятий. В других же предприятиях сменился фокус деятельности с инноваций на более традиционные виды деятельности.

Первыми шагами университетов, в частности СФУ, на пути исправления сложившейся неблагоприятной обстановки с малыми инновационными предприятиями стали:

- активное развитие инновационной инфраструктуры. Созданный Центр инновационного консалтинга совместно с Отделом по защите и охране интеллектуальной собственности выполняют функции по контролю и сопровождению деятельности МИП и оказывают поддержку по вопросам привлечения финансирования, бизнес-планирования, юридическим и бухгалтерским услугам;

- интегрирование инфраструктуры регулирования и поддержки МИП в городскую инновационную среду, налаживая сотрудничество с КРИТБИ, АРИД и Технополисом-Енисей, а также с институтами развития – Фондом содействия инновациям, Сколково, РВК.

- проведение процедур выхода и ликвидации в отношении предприятий, деятельность которых признана неэффективной. В результате по состоянию на 2019 год наблюдается рост оборотов предприятий и дохода СФУ по лицензионным платежам.

Несмотря на промежуточные результаты, как в СФУ, так и в других университетах страны, необходима проработка стратегии участия в уставном капитале предприятий. При доле университета более 50 % он сохраняет контроль над принятием решений, что нивелирует множество рисков, связанных с деятельностью предприятия, но в то же время подобные меры снижают инвестиционную привлекательность и заинтересованность руководителя в ведении деятельности. При доле менее 50 %, предприятие становится более привлекательным для инвесторов, а учредители заинтересованы в эффективном управлении и максимизации доходов, но университет сохраняет репутационные и юридические риски, образующиеся при неисполнении своих обязанностей руководителями предприятий. Выходом из подобной ситуации может стать заключение при создании предприятий корпоративного договора, предусматривающего обязательство выкупа доли университета в уставном капитале фирмы другими учредителями в случаях, когда университетом изъясняется подобное требование.

На примере СФУ, проводя параллели со всероссийскими показателями, становится видно, что обозначенные выше проблемы в области ведения дея-

тельности МИП не являются чем-то особенным, а носят системный характер. Инновационная сфера по своей сути сопряжена с огромными рисками, если по статистике в мире лишь 40 % стартапов переживают посевную стадию, то в России только около 10 % [4], из-за чего стоит делать упор на развитие компетенций вовлеченных деятельность МИП сотрудников университетов и руководителей предприятий, совершенствование инновационной инфраструктуры и сопряженной с ней законодательной базы, отодвигая на второй план гонку за наилучшими показателями и рейтингами.

Список литературы

1. Федеральный закон от 02.08.2009 № 217-ФЗ [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_90201.
2. Кукота С. И. Управленческие риски в инновационном менеджменте взаимодействия малых предприятий и вузов // Успехи современной науки. 2016. № 1. С. 18–20.
3. Динамика создания хозяйственных обществ [Электронный ресурс]: сайт по учету и мониторингу малых инновационных предприятий Министерства науки и образования РФ. URL: <https://mip.extech.ru/index.php>.
4. ФРИИ: Путь стартапа [Электронный ресурс] : сайт Фонда развития интернет инициатив (ФРИИ). URL: https://www.iidf.ru/upload/iblock/3b5/startup_way_2015.pdf.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ МАРКЕТИНГА В ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.Б. Быкова*

Научный руководитель Е.Н. Троянова
кандидат экономических наук, доцент

Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А. Н. Косыгина

Главная цель маркетинга товаров легкой промышленности как рыночной организации предприятия (фирмы) состоит в том, чтобы создать систему опережающего оперативного отображения данным производством запросов рынка. Маркетинг является системой рыночной организации микроэкономики.

Основными задачами маркетинга на рынке товаров легкой промышленности являются:

1) изучение покупательского спроса на товары и услуги с целью улучшения сбыта продукции, в частности, изучение конъюнктуры и динамики платежеспособного спроса на производимую на данном предприятии продукцию, процессов ценообразования, рекламы и стимулирования сбыта готовой продукции, определение методов ее транспортировки;

2) обоснование планирования товарного ассортимента, сбыта и торговых операций, управления торгово-коммерческой деятельностью и персоналом, который ее осуществляет, организация обслуживания потребителей; прогноз роста доходов потенциальных потребителей и размеров их потребностей в данном товаре, использование рекламы как главного способа неценовой борьбы с конкурирующими фирмами;

3) стимулирование сбыта данной продукции путем привлечения покупателей, предоставления льгот, расширения гарантийных прав потребителя, организации лотерей, выставок-продаж, выплаты премий при определенных условиях покупки и т. д., планирование товарного ассортимента («дифференциация товаров») с учетом социально-психологических установок различных групп потребителей (общественное мнение о социальном престиже покупки данного товара, колебаний моды, дизайна и т. д.);

4) специальная организация торгового обслуживания потребителей по принципу: не покупатель должен идти к товару, а товар должен «догонять» потенциального потребителя.

На практике принципы маркетинга реализуются тремя последовательными этапами действий:

1) составление ассортиментной программы производства фирменной продукции на основе изучения рынка, в том числе планов конкурентов;

2) тщательное выполнение намеченной производственной программы, которая включает подбор поставщиков и связь с ними, контроль над структурой и качеством ассортимента;

* © Быкова А.Б., 2019

3) осуществление программы маркетинга – плана захвата рынка сбыта продукции [1].

Маркетинг предполагает увязку внутренних возможностей производства с реальными потребностями рынка, тесную межотраслевую связь легкой промышленности и торговли, выявление запросов потребителей, организацию исследований и разработок для наиболее эффективного удовлетворения потребностей. Реализация маркетинга предполагает, чтобы хозяйственная деятельность планировалась с постоянным учетом рынка и запросов потребителей. Менеджер по маркетингу должен воздействовать на проектирование, планирование, анализ, распределение и продажу, налаживать прочные связи с рынком, покупателем, отрабатывать и закреплять систему предпочтений в отношении к товару или услуге. Факторы, влияющие на продукцию лёгкой промышленности:

- частое изменение моды и ее влияние на изменение потребительских предпочтений;
- критерием выбора товара покупателем является его общественное признание;
- высокая значимость при выборе товара такого фактора, как соответствие направлению моды;
- необходимость формирования в сознании потребителей положительных ассоциаций в отношении предлагаемых товаров;
- высокая дифференциация потребительских предпочтений по сегментам рынка;
- широкий ассортимент и отсутствие стандартного образца, с которым можно проводить сравнение для оценки конкурентоспособности [2].

Таблица

Проблемы развития легкой промышленности и их причины возникновения

Проблема	Причины возникновения
1. Высокая доля импортной конкурентной продукции	– значительные конкурентные преимущества иностранных производителей (дизайн, качество, цена); – отставание отечественных производителей от модных тенденций, изменяющейся конъюнктуры мирового рынка одежды 2-3 года; – высокий удельный вес контрафактной нелегальной продукции
2. Присутствие нелегального импорта	– пробелы в законодательстве в отношении таможенного и налогового регулирования международных перевозок, карго-перевозок; – использование «серых» и «черных» схем провоза товара в страну; – коррумпированность таможенных служб
3. Технологическая и техническая отсталость	– моральный и физический износ основных производственных фондов, оставшихся от советских предприятий; – неразвитость отечественно машиностроения в сфере производства оборудования и комплектации для швейных предприятий; – высокая стоимость иностранного высокотехнологичного оборудования; – недостаток научно-исследовательской базы для совершенствования технологий производства; – низкая инвестиционная привлекательность страны, повышенные ставки по кредитам

Проблема	Причины возникновения
4. Низкий уровень научной и инновационной деятельности в отрасли	– незначительный уровень инновационной деятельности из-за отставания от мировых тенденций и высоких цен на ее ведение – отсутствие научно-исследовательской отраслевой деятельности из-за снижения государственного бюджетного финансирования научных и инновационных разработок
5. Кадровая проблема	– снижение имиджа труда производственного рабочего в отрасли и культуры производства – отсутствие условий для привлечения новых молодых высококвалифицированных специалистов и профессиональных рабочих кадров – дефицит опытных специалистов высокой квалификации – маркетологов и менеджеров, специалистов в отрасли производства и продвижения одежды управленческих кадров
6. Незрелость кластерной системы построения бизнеса	– разрозненность производств, представляющих звенья цепочки одного производственного цикла в силу исторического неэффективного советского территориального планирования – большие расстояния между потенциальными частями кластера – необходимость крупного объема инвестиций в построение новых кластерных систем производства одежды
7. Отсутствие сырьевой базы и комплектующих	– высокий уровень необходимых инвестиций в развитие наукоемких современных технологий производств натуральных и синтетических тканей, постановку новых предприятий по производству синтетических материалов – ориентация российских производителей на сырье натурального происхождения по технологиям и на производствах, введенных в советское время тогда, когда значительную долю и больший ежегодный прирост в потреблении имеют более дешевые синтетические материалы
8. Незрелость системы эффективного продвижения и позиционирования товара	– значительная доля неорганизованного формата розницы – низкий уровень благосостояния населения, отсутствие стремления к модным тенденциям и популярным брендам – отсутствие опыта раскрутки брендов, эффективного маркетингового продвижения, построения коммуникаций с потребителями, правильного позиционирования товара на отечественном и зарубежном рынке одежды
9. Низкая инвестиционная привлекательность	– общегосударственный низкий рейтинг инвестиционный привлекательности, связанный с высокими процентными ставками кредитования, экономическими и политическими кризисами, высокими рисками инвестирования

Все это определяет особенности реализации маркетинга в легкой промышленности:

- необходимость непрерывного изучения и учета изменений направлений моды при разработке новых товаров;
- необходимость измерения эстетических показателей товара на основе экспертных оценок;
- необходимость учета в планировании и оценки эстетических показателей критерия «соответствие направлению моды»;

- необходимость учета в товарной и коммуникационной политике национальных и культурных особенностей потребителя;
- разработка комплексов маркетинга применительно для каждого целевого сегмента;
- оценка конкурентоспособности товара на основе выявления степени удовлетворения предлагаемых товаров, а не в сравнении с базовым образцом [3].

Таким образом, для предприятий легкой промышленности одними из фундаментальных условий конкурентоспособности становятся скорость изменений и организационная гибкость, диктуемые меняющейся маркетинговой средой.

Для достижения этих целей возможно применение современного подхода в маркетинговой деятельности – agile-маркетинг (англ. Agile marketing, гибкий маркетинг). Он основан на принципах гибкой методологии разработки. Внедрение данного метода имеет ряд ценностей и преимуществ, которые мы рассмотрим ниже.

Принципы в agile-маркетинга

1. Реакция на изменения вместо следования плану.
2. Быстрые циклы вместо длительных кампаний.
3. Тестирование и факты вместо мнений.
4. Много небольших экспериментов вместо одного крупного.
5. Личный подход вместо единого подхода для всех.
6. Сотрудничество вместо иерархии и разобщённости.

Распространённым явлением в организациях является то, что отдельные подразделения зачастую не контактируют друг с другом. Маркетологи не общаются с менеджерами по продажам или же маркетинг не интересует высшее руководство.

В agile-маркетинге внедряют процессы, которые обеспечивают сотрудничество между различными группами в организации. В результате они вместе устанавливают приоритеты и анализируют результаты [4].

Таким образом, можно выделить основные преимущества, которые дает внедрение agile-маркетинга на предприятиях легкой промышленности: снижение рисков, связанных с продвижением продукта/услуги; ускорение выпуска маркетинговых продуктов; отсеечение тех видов деятельности, которые не приносят ценности для потребителя; работа на основе реальных данных; измеримость выполняемой маркетинговой работы.

Список литературы

1. Тютюшкина Г. С. Основы коммерческой деятельности. Ульяновск : УлГТУ, 2016. 112 с.
2. Черненко О. Г. Маркетинг в легкой промышленности // Теория и практика менеджмента и маркетинга : материалы VI междунар. науч.-практ. конференции (Минск, 30–31 мая 2005 г.) / под общ. ред. И. Л. Акулича ; Дортмунд-

ская высшая школа, Ун-т Ганновера, БГЭУ. Минск : Мэджик Бук, 2015. С. 303–304.

3. Эвел Джим. 6 ценностей и 4 преимущества agile-маркетинга // Энциклопедия интернет-маркетинга. URL: https://www.searchengines.ru/agile-marketing.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+searchengines%2Fnews+%28Searchengines.ru%29 (дата обращения: 5.04.2019).

4. Дмитриев А. И. Методология agile как условие для осуществления проактивного маркетинга // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки : сб. ст. по мат. LVII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 9 (57). URL: [https://sibac.info/archive/economy/9\(57\).pdf](https://sibac.info/archive/economy/9(57).pdf) (дата обращения: 17.04.2019).

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Д.А. Дудченко*

Научный руководитель Г.И. Поподько
доктор экономических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Компании на сегодняшний день находятся в условиях непрерывного усиления конкуренции, динамичного насыщения предложения товаров и услуг, перехода «рынка продавца» в «рынок покупателя». При таких обстоятельствах занять лидирующие позиции смогут лишь те компании, которые используют современные стратегии, инновационные технологии ведения бизнеса.

Мы определяем клиентоориентированность как особый вид стратегического управления компанией, направленный на вовлечение менеджеров и сотрудников всех уровней и подразделений (отделов) в процесс создания ценности товаров или услуг таким образом, чтобы превзойти ожидания клиентов.

По нашему мнению, клиентоориентированная компания – эта та, в которой большая доля постоянных клиентов – динамично растущая, а доля новых клиентов увеличивается в большей степени за счет рекомендаций от постоянных.

Согласно исследованиям затраты на повторные продажи в 6 раз меньше, чем на привлечение нового клиента, и в 25 раз меньше, чем на то, чтобы вновь привлечь разочаровавшегося клиента [1]. Соответственно, одной из главных причин стать клиентоориентированной компанией является возможность сокращения затрат на маркетинговую деятельность (продвижение) и увеличения доходов компании за счет большой доли прибыльных (постоянных) клиентов. Это означает, что у компании также появляются финансовые возможности инвестировать в свое развитие. Мы рекомендуем использовать концепцию Всеобщего Управления Качеством (*TQM*), которая предполагает постоянное улучшение работы. Таким образом, клиентоориентированная компания получает гарантию занять и удерживать лидирующую позицию на рынке.

По мнению многих исследователей, дополнительная прибыль появляется за счет:

- увеличения частоты и объема покупок (заказов) клиентом;
- уменьшение издержек на привлечение клиентов за счет снижения расходов на рекламу, переговоры, поиск и другое;
- получения от клиента информации для улучшения качества товаров и сервиса;
- рекомендаций продукта и компании другим клиентам [2].

* © Дудченко Д.А., 2019

Создание клиентоориентированной компании предполагает принятие комплекса мер по улучшению, изменению работы всех отделов, а также внесение корректировок в стратегический план организации. Мы считаем, что проектный подход может стать эффективным инструментом для внедрения всех необходимых изменений в компанию.

По нашему мнению, чтобы компания стала клиентоориентированной, необходимо с помощью проектного подхода произвести изменения по пяти составляющим клиентоориентированности: менеджмент компании, качество продукта или услуги, маркетинг, персонал, клиенты. Разработанную нами схему создания клиентоориентированной компании представим на рис. 1.

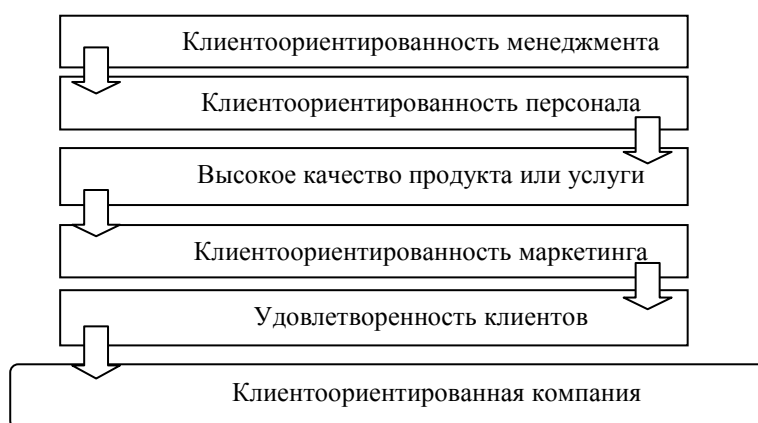


Рис. 1. Этапы проекта по созданию клиентоориентированной компании

Как видно на рис. 1, чтобы стать клиентоориентированной, компании необходимо проработать и реализовать все пять этапов проекта, обязательно соблюдая последовательность. Мы считаем, что начало изменениям должно положить руководство компании. Именно менеджерам придется принять новую философию компании и передать ее идеи всем остальным сотрудникам, мотивируя их тем, что переход к стратегии клиентоориентированности приведет компанию к процветанию. Когда все управленческие решения по поводу создания клиентоориентированной компании будут приняты, можно переходить к третьему этапу создания высокого качества продуктов или услуг. На третьем этапе необходимо пересмотреть все бизнес-процессы компании, оптимизировать и улучшить работу. После получения высокого качества продукта или предоставления услуги, которые принесут удовлетворенность клиентам (увеличится количество постоянных клиентов, дающих рекомендации потенциальным клиентам), появляется возможность пересмотреть структуру затрат маркетинговой деятельности.

По нашему мнению, пройдя четыре этапа создания клиентоориентированной компании, можно будет в полной мере оценить удовлетворенность клиентов. Обычно для сравнения берутся показатели эталонной компании, но в нашем случае, когда на российском рынке еще немного действительно клиентоориентированных компаний, будет лучше взять для сравнения идеальный

уровень показателей клиентоориентированности, который вычисляют эксперты. Клиентоориентированной может быть любая компания, но показатели будут отличаться в зависимости от сферы деятельности, что еще раз доказывает целесообразность использования для сравнения текущих показателей клиентоориентированности и экспертных.

Многие авторы исследовательских работ подчеркивают важность объективной оценки уровня клиентоориентированности компании. Получить объективную оценку можно посредством разных форм, но обязательно при сопоставлении двух оценок: от руководства компании и от клиентов [3]. Поэтому в проекте создания клиентоориентированной компании важно учесть мнение клиентов, например, с помощью проведения опросов и дальнейшего вычисления индексов лояльности и удовлетворенности клиентов.

Предлагаем представить каждый этап проекта в виде блока, в котором составляющими будут те элементы и показатели, которые необходимо проверить на соответствие клиентоориентированности (рис. 2). В случае выявления несоответствий необходимым будет разработка плана мероприятий по изменению этих элементов.



Рис. 2. Блок-схема проекта по созданию клиентоориентированной компании

Подводя итог, хочется отметить эффективность авторского подхода к клиентоориентированности с позиции стратегического менеджмента и особенности маркетинговой деятельности в клиентоориентированных компаниях. Мы определили, что маркетинг должен оптимизировать затраты на продвижение, при этом повысить внимание на менее затратном инструменте – позициониро-

вании. Используя концепцию Всеобщего Управления Качеством, добиваясь постоянных улучшений, у компании будут все основания заявлять о себе как о лидере на рынке. Новые клиенты будут переходить в категорию постоянных с большей вероятностью, чем в категорию потерянных. Так как мы выяснили, что постоянные клиенты приносят большую прибыль, то для них должна быть разработана особая система поощрения (например, не в виде скидок, а в виде бонусов).

Таким образом, увеличение клиентоориентированности компании будет означать повышение ее конкурентоспособности.

Список литературы

1. Веретенцев Д. В., Дзюба А. А. Система процессного управления организацией: предпосылки возникновения, этапы формирования и типичные ошибки при внедрении // Менеджмент в России и за рубежом. 2010. С. 12.
2. Апенько С. Н., Шавровская М. Н. Клиентоориентированность персонала в концепции маркетинга отношений // Вестник Омского университета. Серия : «Экономика». 2010. № 2. С. 50–60.
3. Поподько Г. И., Нагаева О. С. Особенности формирования клиентоориентированной компании на основе проектного подхода // Менеджмент в России и за рубежом. 2017. № 2. С. 69–76.

КРАУДСОРСИНГ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Е.А. Коновалова*

Научный руководитель Т.В. Вырупаева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В условиях развития информационных технологий, усиления конкуренции между компаниями, обусловленных необходимостью внедрения современных бизнес-процессов в организации, важным аспектом становится привлечение интеллектуальных ресурсов для разработки предложений по совершенствованию направлений деятельности. Как показывает практика, руководство компании не всегда может предложить рациональные пути решения возникающих в процессе деятельности проблем в силу отдаленности от самого производственного процесса. В связи с этим появляется необходимость использования специальных инструментов для мобилизации знаний персонала. Работая в компании, сотрудники знают изнутри весь механизм и могут предложить нестандартные выходы из сложившихся ситуаций, которые не позволяют повысить качество предоставляемых услуг, расширить аудиторию клиентов. Поэтому одним из новых инструментов консолидации интеллектуального капитала сотрудников фирмы является краудсорсинг.

Краудсорсинг – это привлечение определённого круга лиц к решению существующих проблем в компании путем аккумуляирования их творческих и умственных способностей. В настоящее время такой инструмент в управлении организацией получил широкое распространение благодаря, во-первых, информатизации и компьютеризации современной жизни, а во-вторых, появлению и развитию облачных технологий, обеспечивающих доступ к информации большому числу пользователей. Использование краудсорсинга нацелено, с одной стороны, на совершенствование бизнес-процессов компании, а с другой – на возможность привлечения людей и выявление сотрудников, способных придумывать нестандартные решения поставленных задач. Именно знания, способности и навыки сотрудников составляют интеллектуальный капитал компании.

Целью работы является выявление ключевых проблем, связанных с применением краудсорсинга в управлении интеллектуальными ресурсами в организации, и определение перспектив дальнейшего использования технологий в HR-менеджменте. Гипотеза исследования заключается в том, что используемые методы мотивации, поощрения не учитывают жизненные предпочтения различных типов сотрудников, тем самым снижают эффективность привлечения интеллектуальных ресурсов организации. Основными методами, используемыми в работе, являются опрос, анкетирование и интервьюирование, анализ и синтез. В российских компаниях краудсорсинг является достаточно новым ин-

* © Коновалова Е.А., 2019

струментом, по сравнению с практикой применения данной технологии в западных компаниях. Согласно статистическим данным, только 17 % организаций в России используют краудсорсинг в своей деятельности. Это говорит о том, что существуют определенные проблемы внедрения данного инструмента, в том числе и с точки зрения вовлеченности сотрудников в краудсорсинговые проекты, управления интеллектуальным капиталом компании. Связи с этим в работе предлагаются рекомендации по совершенствованию использования технологии краудсорсинга в организациях. Они направлены на формирование более эффективной системы мотивации сотрудников для участия в краудсорсинговой деятельности, а также механизма сопровождения проектов.

Впервые термин «краудсорсинг» был предложен в 2006 г. Джеффом Хау [1]. В последующие годы количество публикаций в зарубежных изданиях по данной теме значительно выросло. Например, если в 2010 г. в базе Scopus было зарегистрировано 163 публикации на эту тему, то в 2015 г. – уже 1 473 публикации. По мнению исследователей, ключевым преимуществом краудсорсинга является возможность эффективного использования имеющихся ресурсов, по сравнению с традиционными предприятиями. Однако в каждой работе можно встретить различные подходы к рациональному внедрению краудсорсинга и сферы использования данной технологии. В отечественной научной литературе краудсорсинг в большей степени рассматривается с точки зрения возможности его использования для активизации инновационного потенциала (например, в работах С. В. Полунина, А. В. Седлецкого), доработки нормативных документов (например, в работах Е. Д. Патаракина, Б. Б. Ярмахова, В. В. Бурова), прогнозирования будущего (например, в работе Т. А. Нестик). Однако рассмотрению краудсорсинга в качестве инструмента управления интеллектуальными ресурсами в организации посвящено небольшое количество статей.

Одной из первых российских компаний, которые стали использовать краудсорсинг, является ПАО «Сбербанк». Впервые в 2009 г. была создана система «Биржа идей», которая впоследствии стала полноценной краудсорсинговой площадкой. Эта система представляет собой корпоративную электронную платформу, с помощью которой каждый сотрудник с рабочего компьютера имел возможность предложить инновационную идею, позволяющую улучшить работу банка. После этого группа экспертов рассматривала поступившие предложения. Авторы тех идей, призванных наиболее успешными получали вознаграждение, предусмотренное действующей в банке системой поощрения. В 2012 г. для реализации краудсорсинга была организована отдельная внешняя площадка «Сбербанк Идея». Теперь сотрудники имели доступ к электронной площадке с различных компьютеров (внутренних и внешних). За первые годы внедрения краудсорсинга около 7 % предложенных идей были реализованы. Это позволило банку сэкономить значительные денежные средства, например, в 2010 г. – 27,4 млрд руб., в 2013 г. – 13,9 млрд руб. Однако существенными недостатками данной системы являлись низкое качество большого количества предложенных идей; случайный характер предложений, не учитывающий по-

требности бизнеса; длительная процедура рассмотрения всех идей и отбора успешных проектов; сложность оценки поступающих идей [2].

В настоящее время в компании для мотивации сотрудников применяют как нематериальные, так и денежные методы (премии, денежные выплаты). Наиболее распространёнными формами нематериального вознаграждения являются приглашение участников на тематические встречи, семинары, конференции, организуемые компанией, бесплатное обучение по специальным программам банка, вручение благодарственных писем лучшим участникам проектов и др. Анкетирование показало, что денежное вознаграждение (премии) не всегда является приоритетным для сотрудников. Так, 44,6 % (25 из 56 чел.) респондентов считают, что возможность получить денежное вознаграждение – важная составляющая при реализации предложенного проекта; 39,3 % (22 из 56 чел.) уверены, что для них главное – возможность получить опыт и новые знания, а также побывать в роли руководителя проекта; 8,9 % (5 из 56 чел.) и 7,2 % (4 из 56 чел.) опрошенных сотрудников сделали акцент на возможность получить благодарственные письма от руководства компании и пройти бесплатное обучение по выбранным программам банка соответственно. Поэтому можно сделать вывод, что не каждый сотрудник предпочитает материальную выгоду от участия в краудсорсинговой деятельности. Для сотрудников с профессиональным типом мотивации при реализации предложенной идеи важным аспектом становится возможность карьерного роста, расширения круга полномочий и сферы ответственности. Большое количество желающих получить премии объясняется снижением реальных доходов населения при росте цен на товары и услуги. В целом 84 % респондентов считают краудсорсинг эффективным инструментом реализации интеллектуального потенциала человека. Таким образом, применяемая система поощрения и мотивации не соответствует жизненным приоритетам некоторых сотрудников, участвующих в краудсорсинговой деятельности.

На основе проведенного исследования в этом аспекте можно предложить следующие рекомендации для компаний, осуществляющих краудсорсинговую деятельность. Во-первых, необходимо внедрить систему «карьерных лестниц» для победителей и призеров краудсорсинговых проектов, а не только по результатам работы и конкретным должностям в банке. Во-вторых, для развития интеллектуального потенциала успешного в краудсорсинговой деятельности сотрудника необходимо передать полномочия руководителя проекта его автору или лидеру команды. Это будет способствовать получению опыта сотрудником в качестве ответственного лица, формированию новых навыков и умений. В зарубежных компаниях при реализации краудсорсингового проекта широко применяется программа наставничества. В данном случае наставником может быть эксперт, который будет помогать и направлять в процессе работы над проектом. Это позволит во многом избежать случайных ошибок автора (руководителя), а также передать ему необходимые знания. В процессе опроса и интервьюирования выяснилось, что многие существующие проблемы в деятельности компании (с точки зрения внедрения новых технологий и инструментов) тре-

буют привлечения профессиональных экспертов в различных направлениях. По мнению 60,7 % (34 из 56 чел.) респондентов, в краудсорсинговую деятельность необходимо привлекать экспертов для разработки предложений. На наш взгляд, необходимо внедрить электронную платформу для ноосорсинга. С помощью автоматизированной системы определяется эксперт, который соответствует критериям заказчика (например, его уровень квалификации, стоимость проведения исследования и разработки необходимых мероприятий). Экспертная сеть позволит аккумулировать знания, навыки и творческие способности профессиональных экспертов, которые помогут решить сложные проблемы, возникающие в процессе деятельности различных структурных подразделений банка. Для повышения качества предлагаемых идей и снижения количества случайных предложений, не отвечающих потребностям компании, в банке была организована работа сотрудников в командах, обеспечивающая коммуникацию между участниками при поиске решений. В связи с этим необходима грамотная система управления интеллектуальными ресурсами внутри команды. На наш взгляд, нужно проводить специализированное обучение фасилитаторов для краудсорсинговой деятельности. Это позволит фасилитаторам команды грамотно выстроить систему обсуждения и процесс разработки проекта, направить в нужное русло поток идей участников, оперативно дать оценку предлагаемым решениям проблемы.

Таким образом, к преимуществам краудсорсинга можно отнести разнообразие предлагаемых идей, снижение расходов на консалтинговые услуги, а также возможность для сотрудников компании реализовать свой интеллектуальный потенциал. При этом важным аспектом является эффективно выстроенная система методов мотивации и поощрения успешных в краудсорсинговой деятельности сотрудников, повышение уровня их знаний, формирование новых компетенций и получение ими опыта в процессе работы над проектом. Привлечение экспертов или профессионалов в определенном направлении в краудсорсинговую деятельность компании позволит выработать комплексные инновационные решения сложных проблем, возникающих в процессе деятельности банка.

Список литературы

1. Хау Д. Краудсорсинг : Коллективный разум как инструмент развития бизнеса. М. : Альпина Паблишер, 2012. 288 с.

2. Краудсорсинг как инструмент мобилизации интеллектуальных ресурсов: опыт использования в Сбербанке России // Российский журнал менеджмента. 2016. № 3. С. 77–102.

МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ПРОЕКТОВ И ИХ ПРИМЕНИМОСТЬ ДЛЯ МАЛЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Е.В. Кошечева*

Научный руководитель С.Л. Улина
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Непростые экономические условия, сложившиеся в России в связи с экономическим кризисом, заставляют компании более тщательно подходить к планированию своего развития. Зачастую такое планирование мы рассматриваем через стратегии, и, как правило, стратегии реализуются через проекты, причем реализуется не один проект, а несколько проектов вместе. Компаниям необходимо уметь управлять совокупностью проектов, соединяя их в сбалансированный портфель проектов. Институт управления проектами РМІ дает следующее определение данному понятию: «Портфель проектов – набор проектов или программ и других работ, объединенных вместе с целью эффективного управления данными работами для достижения стратегических целей» [1].

В портфель проектов, реализуемых организацией, входят, как правило, независимые проекты. Следовательно, при формировании портфеля должны быть учтены следующие специфические особенности: модели должны учитывать многокритериальность оценки отдельных проектов, а также иметь возможность его пересмотра при появлении новых проектов на включение в портфель; проекты требуют затрат ресурсов, как минимум, нескольких видов (в отличие от инвестиционных портфелей или портфелей ценных бумаг, описываемых лишь финансовыми показателями).

В процессе исследования были применены такие научные методы, как метод сравнительного и логического анализа, метод обобщения.

Целью исследования является изучение особенностей существующих моделей управления портфелем проектов, их систематизация и выявление применимости данных моделей к предприятиям малого типа.

Исследования, которые посвящены вопросам проектного и портфельного проектирования, связывают с именами А. А. Матвеева, В. Н. Буркова, Ю. Блеха, У. Гетце, также широкое исследование проектов и методов их организации и реализации проводилось Институтом управления проектами.

Рассмотрим существующие на сегодняшний период модели управления портфелем проектов, систематизируя их по этапам.

Первым этапом рассмотрим формирование и отбор эффективного портфеля проектов. В данный блок входят следующие модели [2, 3]:

1. Оптимизационная модель формирования портфеля взаимосвязанных проектов. В данной модели целевой функцией является максимум NPV портфеля. При этом учитываются ограничения по бюджету и сбалансирован-

* © Кошечева Е.В., 2019

ность портфеля по числу проектов и количеству проектов, соответствующих стратегическим целям. Расчет целевой функции выполняется с учетом матрицы взаимозависимостей проектов. Достоинством данной модели является учет факторов неопределенности через вероятности успеха проектов. Однако недостатком модели является то, что проекты являются неделимыми единицами.

2. Многокритериальная нечеткая модель формирования портфеля проектов. Предлагается экспертная оценка проектов, в результате которой каждому из проектов ставится в соответствие одна из трех категорий: приоритет, удовлетворительность, сортировка по мере соответствия категории. Достоинством модели является то, что она функциональна: при добавлении новых проектов – претендентов на включение в портфель или исключении имеющихся нет необходимости пересчитывать заново все варианты. Недостатком является то, что она неприменима в полной мере для малых организаций, так как они имеют, как правило, небольшое количество проектов и «экспертом» для оценки проектов является сам руководитель, что создает субъективность оценки.

3. Формирование портфеля проектов на основе теории нечетких множеств. Модель позволяет фразам, возникающим после экспертной оценки, приобрести математический смысл. Например, «окупаемость проекта довольно высока» или «вероятность невозврата инвестиций достаточно низка», тем самым, появляется возможность свести качественные оценки эксперта к количественным. Полученная информация объединяется в виде нечеткого треугольного числа. Далее найденные нечеткие показатели используют в задачах сравнения объектов и оптимизации. Преимуществом модели является то, что она позволяет учитывать количественные характеристики проектов, гибкость, ход реализации проекта. Но не учитывается взаимозависимость проектов.

4. Портфельная модель Марковица. Марковиц предложил рассматривать доходности активов и составленные из них портфели как случайные величины. Математическое ожидание – аналог понятия ожидаемой доходности, а дисперсия – мера риска. При этом руководство при принятии инвестиционных решений основывается лишь на двух характеристиках: ожидаемой доходности и риске. Достоинством данной модели является принятие решения на основе статистики. Но модель имеет существенный недостаток, она основана исключительно на количественных критериях и зачастую в малых предприятиях отсутствует необходимое количество статистики.

Следующей стадией является распределение ресурсов между портфелем проектов. К настоящему времени существует небольшое количество разработок по проблеме планирования графика работ для нескольких проектов, использующих один пул ресурсов. Тем не менее существуют следующие модели [4, 5]:

1. Модель Голенко-Гинзбурга и Гоника. Идея заключается в перераспределении существующих не потребляемых ресурсов среди операций проекта в соответствии с приоритетом каждой из них. Если в какой-то определенный момент времени можно начать выполнять несколько работ, но доступных ресурсов недостаточно, проводится отбор среди возможных операций с целью

выбрать те из них, которые обеспечены имеющимися ресурсами и имеют наивысший приоритет и только потом приступать к другим операциям. Данная модель не учитывает взаимосвязанность проектов внутри портфеля, а распределяет ресурсы исключительно между операциями внутри проекта.

2. Модель Берта. Предполагает равномерное либо симметричное треугольное распределение по продолжительности операций проекта. Предусматривает механизм выявления тех работ, для которых назначение дополнительных ресурсов приводит к определенному эффекту на уровне ожидаемых величин и вариации продолжительности этих операций. Модель не позволяет определять эффективные варианты распределения ограниченных ресурсов по проектам портфеля. Здесь речь идет только об эффективности использования ограниченного числа правил распределения потребляемых ресурсов.

3. Модель Нозика, Турнквиста и Нинксингома. Авторами делается попытка учесть влияние числа различных видов ресурсов, назначаемых на операции проектов портфеля, на характеристики продолжительностей выполнения операций. Позволяет распределить ограниченные ресурсы на операции проектов портфеля, одновременно выбирая моменты начала выполнения проектов, таким образом, чтобы минимизировать взвешенный срок окончания всех проектов портфеля. Недостатком является сложность и длительность расчетов.

4. Модель стратегических корзин. Суть заключается в выделении «корзин» в формируемом портфеле проектов на основании стратегических критериев и определение бюджета для каждой из них. Проекты распределяются по «корзинам» и ранжируются внутри них. После ранжирования проектов внутри каждой из «корзин» формируется окончательный портфель проектов организации. Недостатком является то, что ресурсы организации распределяется между портфелями проектов, а не между отдельными проектами.

5. Модель «анализа разрывов» Дж. Фрэйма. С использованием описательного прогнозирования оцениваются затраты, необходимые для реализации проектов, уже входящих в портфель. Далее при помощи нормативного прогнозирования определяется «разрыв» между планируемым бюджетом портфеля проектов и затратами на выполнение текущих проектов. На следующем этапе компания принимает решение о включении в текущий портфель новых проектов для заполнения «разрыва». Данный подход может применяться в организации, реализующей типовые малые проекты, что является несомненным плюсом для организаций малого типа.

Последней стадией является непосредственно оперативное управление портфелем проектов. В данный этап можно отнести следующие методы:

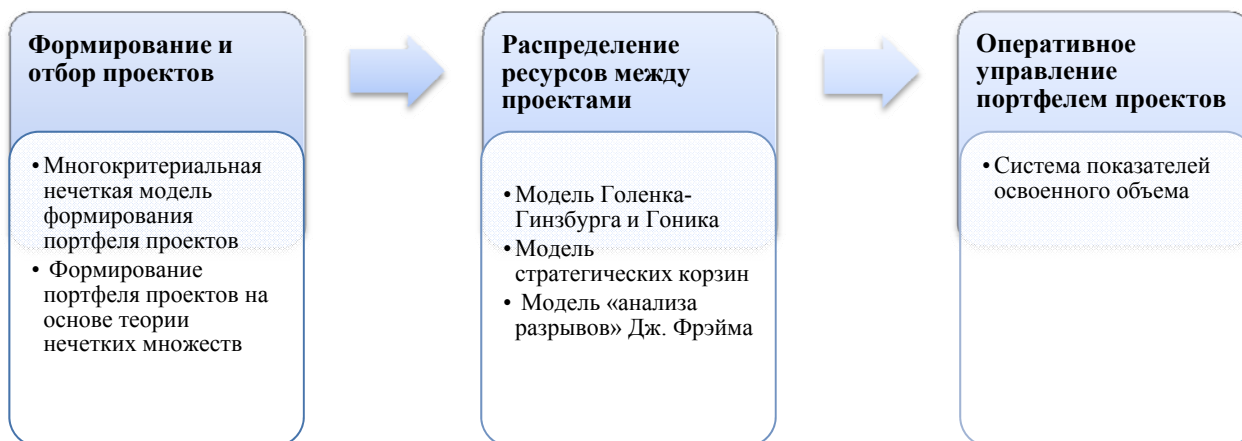
1. Система показателей освоенного объема. Каждый проект описывается следующей системой показателей: планируемые суммарные затраты, планируемая продолжительность, суммарный объем работ и т. д., прослеживается динамика основных показателей, на основе которой выявляется несоответствие плану. Основным преимуществом модели является возможность «раннего обнаружения» несоответствия фактических показателей проекта плановым значениям, прогнозирования на их основании результатов выполнения проекта и

принятия своевременных корректирующих воздействий, вплоть до прекращения проекта.

2. Точки контроля. Решается задача о выборе моментов времени (точках контроля), в которые получается информация о состоянии проекта. Совокупность этих моментов времени должна определять рациональный баланс между затратами на управление (мониторинг) и потерями в случае задержек в принятии решений. Недостатком данного метода является его применимость исключительно к массовому производству товаров.

3. Модель проектного офиса. Создается специальный «офис» (под специфику предприятия), который является органом организационной структуры, решающим задачи структуризации процессов управления портфелем проектов, обмена ресурсами, инструментами, методологией.

Таким образом, отбросив модели и методы, которые невозможно использовать на предприятии малого типа, получаем поэтапную классификацию моделей, которые будут взяты для адаптации и доработки существующих моделей к малым предприятиям (рисунок).



Список литературы

1. Мишин С. А. Проектный бизнес. Адаптированная модель для России. М. : АСТ, 2006. 211 с.
2. Мазур И. И. Управление инвестиционно-строительными проектами : международный подход. М. : Омега-Л, 2011.
3. Матвеев А. А., Новиков Д. А., Цветков А. В. Модели и методы управления портфелями проектов. М. : ПМСОФТ, 2005.
4. Аньшин В. М., Демкин И. В., Никонов И. М., Царьков И. Н. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности. М. : МАТИ, 2007.
5. Бархатов В. Д., Аньшин В. М. Управление портфелем проектов: сравнительный анализ подходов и рекомендаций по их применению [Электронный ресурс]. URL: <https://pm.hse.ru>.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ СБАЛАНСИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ КОМПАНИЙ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ

А.Д. Худяшова*

Научный руководитель О.С. Нагаева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Для любой компании в условиях быстроменяющейся среды крайне важно осуществлять долгосрочное планирование, но при этом существует сложность ведения контроля над реализацией поставленных стратегических задач. Именно использование сбалансированной системы показателей позволяет бизнесу осуществлять мониторинг всех наиболее важных для организации факторов, повышать их эффективность, а значит увеличивать стоимость компании.

Целью исследования является разработка системы сбалансированных показателей для оценки выполнения поставленных стратегических задач в лесопромышленной компании АО «Группа «Илим» с учётом отраслевой специфики.

Сбалансированная система показателей (англ. Balanced Scorecard; система сбалансированных показателей – ССП) – это система стратегического управления организацией, которая при помощи набора ключевых показателей, отражающих все важнейшие аспекты деятельности компании, позволяет оценивать её эффективность и осуществлять контроль над реализацией поставленных стратегических задач [1].

Правильно разработанная система сбалансированных показателей представляет стратегию компании в виде системы из целей и показателей с чёткой последовательностью причинно-следственных связей. Постоянное отслеживание значений этих показателей, сравнение их с установленными желаемыми значениями, и анализ текущей ситуации позволят организации регулировать направление своих действий в сторону достижения своей главной стратегической цели [2].

Отраслевая специфика организации – особенности производственной и хозяйственной деятельности компании, которые свойственны организациям какой-либо конкретной отрасли.

Сбалансированная система показателей включает в себя четыре основные составляющие: финансы, клиенты, внутренние бизнес-процессы и обучение и развитие – то есть четыре перспективных направления для компании, каждая из которых содержит в себе ключевой вопрос. Но данная система не ограничивается только базовыми составляющими, она может быть дополнена. Классический вариант построения стратегической карты компании может быть применён к любой организации.

* © Худяшова А.Д., 2019

Основная проблема применения системы без учёта особенностей деятельности компании состоит в том, что организация может пойти по неверному пути при реализации стратегии. Сбалансированная система показателей, дополненная перспективами, которые важны при осуществлении деятельности компании не меньше основных составляющих, будет работать намного эффективнее. Цели и показатели здесь будут углублены в соответствии со спецификой деятельности организации и её основными направлениями развития.

Оценка специфики деятельности компаний лесопромышленной отрасли проводилась на примере лидера целлюлозно-бумажной промышленности России и одного из ведущих отраслевых игроков в мире – АО «Группа «Илим». Компания имеет устойчивое финансовое положение, у неё уже разработана стратегия до 2030 г., при этом в перспективе до 2022 г. разработаны ключевые инвестиционные проекты по модернизации имеющихся производственных мощностей и увеличению объёмов производства продукции [3].

Проведённое исследование показало, что в качестве дополнительной перспективы в системе сбалансированных показателей для данной компании может быть выделена экология. Это обусловлено тем, что АО «Группа «Илим» имеет большие масштабы производства, оказывает достаточно сильное негативное воздействие на окружающую среду, а в рамках ужесточения регулирования вопросов экологической безопасности на законодательном уровне экологическая ответственность становится одним из наиболее актуальных стратегических направлений для компании. Кроме того, компания осуществляет собственную лесозаготовку в больших объёмах, поэтому ответственное лесопользование позволяет «Группе «Илим» не только восстанавливать использованные ресурсы, но и создавать потенциал для дальнейшего осуществления своей деятельности.

Также в рассматриваемой отрасли большие масштабы производственной деятельности обуславливают повышенный уровень опасности, как для сотрудников, так и в целом для регионов присутствия компании. Именно поэтому отдельное внимание должно уделяться вопросам развития охраны труда, и совершенствования мероприятий, предпринимаемых в области организации пожарной безопасности и готовности к чрезвычайным ситуациям.

Так, в АО «Группа «Илим» безопасность является одним из главных стратегических направлений, но улучшение системы безопасности на производстве в первую очередь связано с совершенствованием знаний и практических умений сотрудников компании. Поэтому организация направляет много усилий на развитие своих кадров. По этой причине важные стратегические задачи, касающиеся данного вопроса, при разработке системы сбалансированных показателей для АО «Группа «Илим» могут быть отнесены к перспективе «обучение и развитие».

Таким образом, для организаций лесопромышленной отрасли наиболее эффективной будет сбалансированная система показателей, которая будет включать следующие перспективы: финансы, клиенты, внутренние бизнес-

процессы, обучение и развитие и экология. А в качестве стратегических целей в системе должна быть выделена безопасность.

Стратегические цели и показатели в рамках ССП также необходимо адаптировать к отраслевой специфике компании. В качестве примера здесь можно выделить некоторые стратегические цели, которые были разработаны в рамках сбалансированной системы показателей с учётом особенностей деятельности для АО «Группа «Илим»:

- добиться совершенствования системы охраны труда;
- увеличить эффективность обучения персонала культуре безопасности;
- повысить эффективность интенсивной модели лесопользования;
- добиться увеличения эффективности природоохранных мероприятий – в дальнейшем это позволит компании снизить затраты на штрафы, выплачиваемые за нарушения ограничений в сфере охраны окружающей среды;
- обеспечить развитие логистической инфраструктуры – компания самостоятельно строит дороги, мосты, трубы и лесовозные дороги для более удобной поставки сырья и товаров;
- обеспечить увеличение объёмов собственной лесозаготовки, а также расширить сотрудничество со сторонними поставщиками леса;

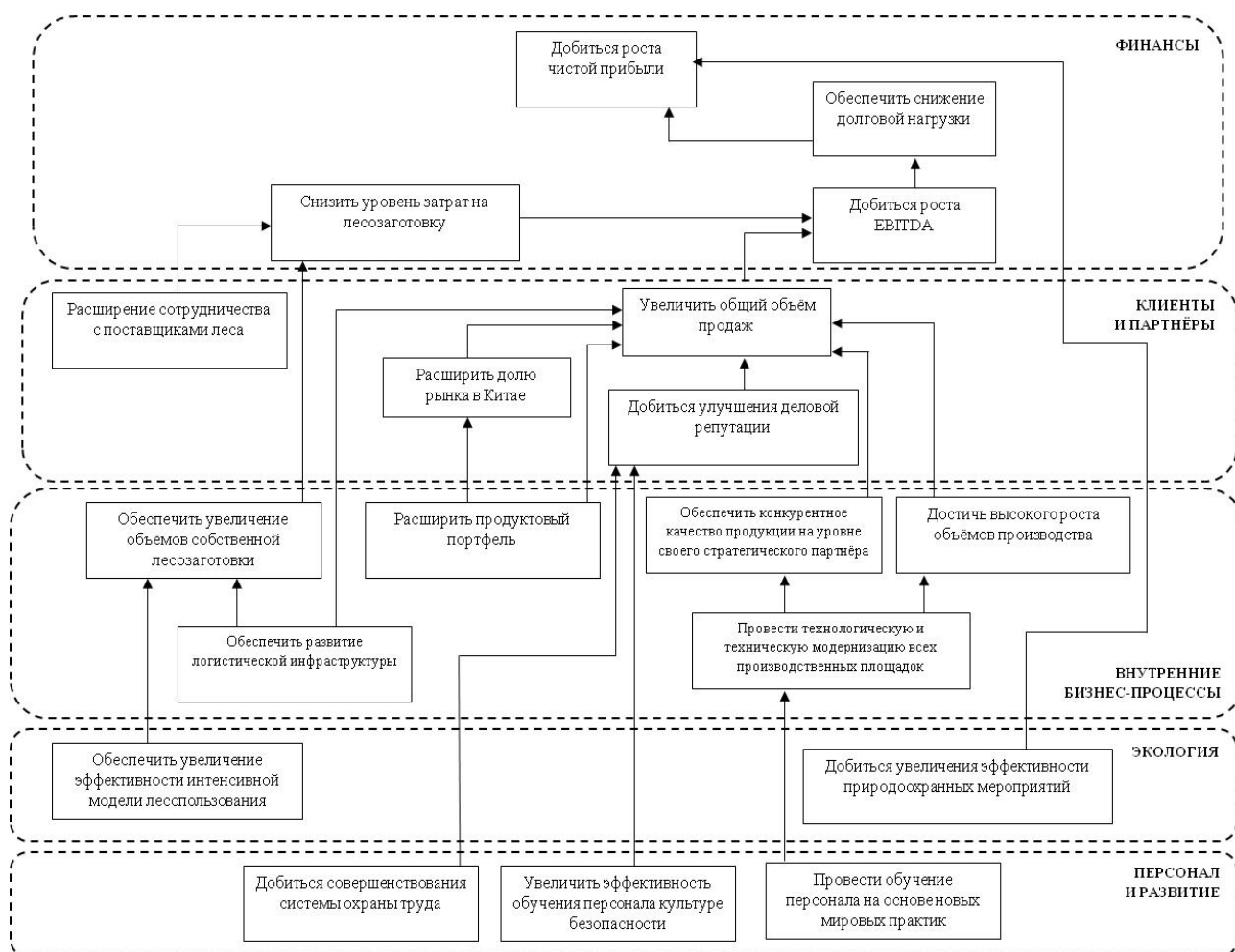


Рис. Стратегическая карта АО «Группа «Илим»

- снизить уровень затрат на лесозаготовку;
- расширить долю рынка в Китае (Китай является основной страной – импортёром продукции «Группы «Илим»»).

Остальные стратегические цели и причинно-следственные связи между ними показаны на разработанной для АО «Группа «Илим» стратегической карте (см. рисунок).

При разработке стратегических целей и ключевых показателей деятельности компании в рамках сбалансированной системы показателей, очень важно учитывать её отраслевую специфику и приоритетные направления развития. Кроме того, для каждого показателя в системе должны быть разработаны необходимые мероприятия, в ходе реализации которых требуется регулярный мониторинг фактических значений показателей и сравнение их с целевыми значениями. Также важно выявление причин отклонений, на основе которых должны корректироваться или заменяться установленные мероприятия [2]. Постоянный анализ происходящего и корректировка действий позволит компании реализовать свои стратегические планы и достичь установленной миссии и видения.

Список литературы

1. Каплан Р. С., Нортон Д. П. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2006. 320 с.
2. Разработка сбалансированной системы показателей. Практическое руководство с примерами / под ред. А. М. Гершуна, Ю. С. Нефедьевой. 2-е изд., расшир. М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2007. 128 с.
3. Интернет-сайт АО «Группа «Илим» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ilingroup.ru>.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ПОДХОДА
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕКУЧЕСТЬЮ ПЕРСОНАЛА
(НА ПРИМЕРЕ ГРУППЫ КОМПАНИЙ
«СИБИРСКАЯ КОНДИТЕРСКАЯ КОМПАНИЯ»)**

Д.С. Ярошенко*

Научный руководитель Г.И. Поподько
доктор экономических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Текучесть кадров влияет на корпоративный дух организации, на эффективность труда сотрудников, репутацию компании и множество других аспектов работы организации. HR-менеджеры следят за этим показателем, стараясь стабилизировать текучесть, снизить её уровень.

Проблема высокой текучести персонала рассмотрена на примере группы компаний «Сибирская кондитерская компания», состоящей из 12 организаций, большая часть которых занимается продуктовым ритейлом – бакалея, кондитерская продукция. Численность персонала в группе компаний составляет 793 сотрудника (на 13.04.2018). Основные категории персонала – среднеквалифицированный персонал (торговые представители, супервайзеры), низкоквалифицированный персонал (грузчики, подборщики, кладовщики, водители и экспедиторы). Данные категории персонала отличаются высокой текучестью: за 2017 г. текучесть персонала на складе составила 76 %, текучесть торгового персонала – 45 %.

Снижение текучести может осуществляться с помощью проектного подхода. Для этого следует построить в организации систему управления таким проектом.

Проект – это комплекс логически взаимосвязанных задач, направленных на создание нового уникального продукта/процесса/услуги в условиях заданных требований и ограничений [1].

Специфика проекта по управлению текучестью персонала выражается в большом объеме аналитической деятельности – мониторинг текучести, анализ персонала для выяснения причин текучести, анализ мотивации сотрудников при решении проблем текучести с помощью системы мотивации, анализ лояльности как одного из факторов, работающих на удержание персонала.

Проект по снижению текучести персонала является уникальным, но при выявленном в процессе ежегодного мониторинга высоком уровне текучести, проект следует «дублировать», воспроизводить по шаблонным, отработанным уже действиям.

Особенной чертой применения проектного подхода к управлению текучестью персонала является то, что само изучение текучести включено в один из уровней декомпозиции задач проекта.

* © Ярошенко Д.С., 2019

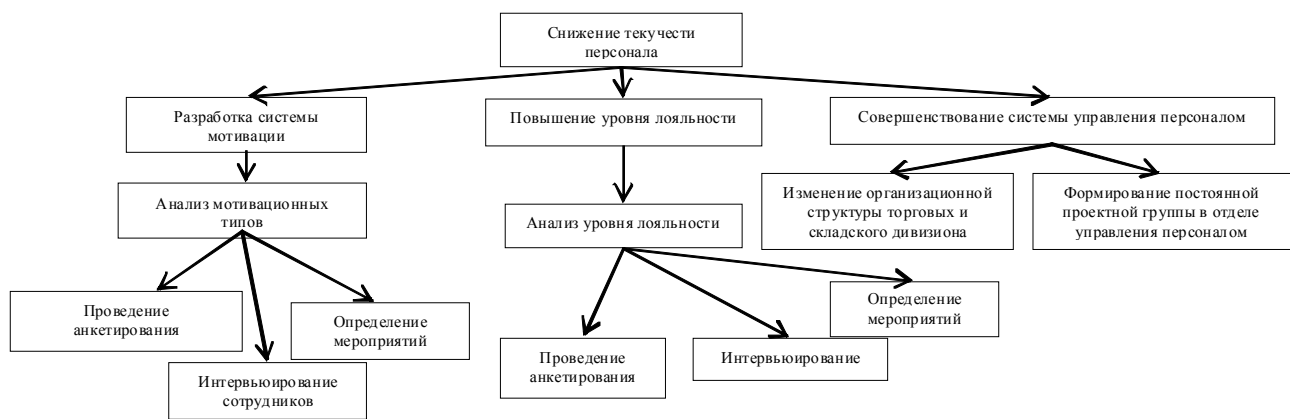


Рис. Дерево целей проекта по снижению текучести персонала.

В дереве целей проекта нижний уровень целей двух блоков выглядит идентично и предполагает схожий набор мероприятий по реализации цели проекта.

У данного проекта имеются следующие заинтересованные стороны: заказчиком является директор организации, команда проекта состоит из руководителя проекта и менеджера по проекту. Руководитель проекта – руководитель отдела по работе с персоналом.

Для расчета социально-экономической эффективности проекта нами предлагаются следующие показатели:

- психологический климат в коллективе;
- результативность труда низкоквалифицированного персонала;
- затраты на управление персоналом.

В качестве критериев успешности проекта можно выделить такой показатель, как своевременный эффект от проекта.

Настоящий проект предполагает наличие следующих основных рисков:

- незаинтересованность персонала;
- несоответствие системы мотивации мотивационным типам сотрудников;
- отложенный эффект;
- неэффективность нематериальных стимулов;
- риск невыполнения запланированных работ;
- риск недостаточной квалификации команды проекта.

Таким образом, текучесть кадров – процесс, оказывающий влияние на финансово-экономическую деятельность предприятия. Текучесть требует снижения при повышенных показателях.

Снижение текучести персонала можно произвести посредством следующих мероприятий:

- внедрение проектного управления текучестью персонала;
- управление мотивацией персонала посредством адаптивной системы мотивации;
- управление лояльностью персонала;
- изменение организационной структуры предприятия.

Для корректного подбора элементов системы мотивации персонала рекомендуется анализ персонала организации на предмет мотивационных типов по типологии В. И. Герчикова [2]. Определение степени лояльности сотрудника производится посредством использования шкалы Терстоуна [3].

Проект по управлению текучестью персонала предполагает масштабные подготовительные аналитические работы по анализу лояльности персонала и анализу мотивационных типов.

На данном этапе реализации проекта в группе компаний «Сибирская кондитерская компания» произведен анализ лояльности сотрудников и анализ мотивационных типов, что является основанием для разработки программы мероприятий, направленных на снижение текучести. По результатам исследования из 100 % сотрудников всех категорий 47 % обладают низкой степенью лояльности, 48 % средней и лишь 5 % высокой. Более половины сотрудников (52 %) обладают инструментальным мотивационным типом, 35 % – профессиональным.

Список литературы

1. Пугач В. Н., Бажин К. С. Проект-менеджмент как способ инновационных изменений // Концепт. 2016. № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proekt-menedzhment-kak-sposob-innovatsionnyh-izmeneniy> (дата обращения: 21.12.2018).
2. Практическая андрагогика. Книга 1 / Российская академия образования, государственное научное учреждение «Институт образования взрослых РАО». СПб., 2004.
3. URL: https://www.cfin.ru/management/people/motivation/commitment_eval.shtml.

Цифровая трансформация управления бизнес-процессами

РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

А.Д. Ильяшенко, Д.Л. Ильяшенко*

Научный руководитель Е.А. Юронен
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В конце января 2019 г. в открытом доступе появились паспорт национальной программы «Цифровая экономика» и паспорта всех шести федеральных проектов, входящих в состав нацпрограммы. Как считает Максим Акимов, заместитель Председателя Правительства РФ, управление потоками данных и выявление ценной информации для принятия решений станет фундаментом для новой парадигмы управления в рамках цифровой экономики.

Цифровая экономика по своему типу представляет собой прогностическую экономику, основанную на больших данных. Фокус деятельности смещается в сторону персонифицированного производства под потребности клиента, поэтому основным инструментом такой экономики становится прогнозная аналитика. Это не только большие данные и машинное обучение, но и ряд других технологических трендов и технологий, появившихся в последние 10-12 лет.

В эпоху цифровой экономики меняется облик конкуренции: она идет не столько за передел существующих рынков, сколько за формирование новых, при этом конкурируют не товары и технологии, а системы управления, опирающиеся на цифровые платформы. Однако сами по себе современные цифровые платформы не панацея, перевод существующих бизнес-процессов в цифру не всегда дает положительный эффект.

Многие предприниматели считают, что для цифровой трансформации бизнеса достаточно нанять программистов, чтобы разработать сайты, мобильные приложения, электронные кошельки и чат-ботов в дополнение к тому, что уже есть. Это заблуждение. Цифровая трансформация – это не просто автоматизация (то есть внедрение технологий в существующее производство). Она подразумевает изменение бизнес-структуры, стратегии развития бизнеса, корпоративной культуры, системы продаж, управления командой и процессами в целом, а также, еще более радикальные изменения, когда создаются абсолютно новые продукты, сервисы и даже целые отрасли.

Существует три направления цифровой трансформации: клиентский опыт, операционные процессы и бизнес-модели. Обычно компании не идут сразу по всем трем. Одни выбирают стратегию роста за счет лучшего понимания клиента и увеличения точек контакта с ним. Другие – за счет цифровизации и реинжиниринга внутренних процессов и повышения производительности работников. Третьи – меняют границы бизнес-моделей, создают цифровые продукты и сервисные надстройки и осваивают новые рынки.

* © Ильяшенко А.Д., Ильяшенко Д.Л., 2019

Согласно данным Capgemini Consulting и MIT Sloan School of Management, показатели финансовой эффективности зависят не только от того, как используются цифровые технологии и другие новые методы управления: совместно или по отдельности. Если фирма улучшает кадровый потенциал в системе своего менеджмента классическими средствами без использования цифровых технологий, то наблюдается рост ее прибыли на 9 %, а если одновременно с использованием цифровых технологий – на 26 %. Если же фирма пытается внедрять цифровые технологии без совершенствования своего кадрового потенциала, то наблюдается не рост, а снижение прибыли на 11 %. При этом вообще игнорировать цифровую трансформацию кадрового менеджмента недопустимо, поскольку в этом случае снижение прибыли фирмы по сравнению с цифровыми конкурентами достигает 24 %.

Таким образом, сегодня можно говорить о второй волне интереса к процессной методологии и информационным технологиям, вызванным стремлением современного бизнеса к цифровизации своих операций. Появление новых исполнителей (софтверные боты, роботы-ассистенты, роботизированная техника) и изменение стратегии развития бизнеса напрямую приводят к необходимости реинжиниринга текущих бизнес-процессов. Кроме того, постоянное развитие информационных технологий подразумевает частую и, зачастую, радикальную смену схем бизнес-процессов в ходе цифровой трансформации.

Список литературы

1. Национальная программа Цифровая экономика Российской Федерации: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tadviser.ru>.
2. Управление бизнес-процессами: вчера, сегодня, завтра: [Электронный ресурс] URL: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/protsessnoe-upravlenie/upravlenie-biznes-protsessami-vchera-segodnya-zavtra>.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПАРНЫХ ОЦЕНОК ПРИ ОЦЕНКЕ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

И.И. Паршакова, Л.И. Паршакова, В.А. Гнездилова*

Научный руководитель И.А. Панфилов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Объективная стоимость – важная составляющая любых операций с недвижимым имуществом.

Существует три основных подхода к оценке: затратный, доходный и сравнительный. Они определяют разные виды стоимости – рыночную, инвестиционную, восстановительную и так далее.

Затратный подход – это совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении затрат, необходимых для приобретения, воспроизводства либо замещения объекта оценки с учетом износа и устаревания. Затратный подход рекомендуется применять для оценки объектов недвижимости – земельных участков, застроенных объектами капитального строительства, или объектов капитального строительства, но не их частей, например, жилых и нежилых помещений.

Доходный подход – совокупность методов оценки, основанных на определении ожидаемых доходов от использования объекта оценки. Этот подход применяется для оценки недвижимости, генерирующей или способной генерировать потоки доходов.

Сравнительный подход – совокупность методов оценки, основанных на получении стоимости объекта оценки путем сравнения оцениваемого объекта с объектами-аналогами. Объект-аналог – это объект, сходный с объектом оценки по основным экономическим, материальным, техническим и другим характеристикам, определяющим его стоимость. Сравнительный подход применяется для оценки недвижимости, когда можно подобрать достаточное для оценки количество объектов-аналогов с известными ценами сделок и (или) предложений [1].

Особую роль оценочная деятельность играет на рынке недвижимости. В Красноярске нередко оценка недвижимости осуществляется сравнительным подходом [2]. Однако далеко не всегда получается найти аналогичные объекты, необходимые для применения сравнительного метода, в одном районе. Поэтому производится поиск и сравнение подобных объектов с применением корректировки на местоположение.

Основными факторами, влияющими на стоимость недвижимости, можно назвать цену аналогичных объектов, месторасположение, наличие и качество инфраструктуры, транспортное сообщение, экологическую обстановку.

Местоположение объекта является одним из основных факторов, образующих цену недвижимости. Чтобы определить различия объектов по местопо-

* © Паршакова И.И., Паршакова Л.И., Гнездилова В.А., 2019

ложению для разных районов, рассчитывается коэффициент коррекции путем сравнения двух объектов-аналогов, находящихся в разных районах города. Коэффициент показывает соотношение цен объектов-аналогов для двух выбранных районов.

Первоочередным действием для оценки было составление базы объектов недвижимости Красноярска. На ее основе подбираются аналогичные объекты. База состоит из 870 объектов, находящихся в разных районах города. База была собрана на основе интернет-ресурсов sibdom.ru, knkras.ru, krasnoyarsk.n1.ru, gosrealt.ru и др.

База содержала такую информацию об объектах, как местоположение, назначение, размер, категория земли, цена, стоимость квадратного метра, а также содержала ссылку на источник. Актуальными считались объекты, дата публикации о которых была не позднее трех месяцев. База включала объекты аренды/продажи нежилых помещений: складского и офисного назначения; продажи земельных участков промышленного назначения.

На основе собранной базы данных осуществлялся поиск аналогов по сопоставимым признакам: различия по площади не более 10–15 %, одно назначение и тип участка.

Если аналог объекта оценки находится в том же районе, то он используется для вычисления стоимости объекта. Если же аналог для объекта оценки удастся найти только в другом районе, то рассчитывается коэффициент корректировки по местоположению.

Таблица

Объект	Описание	S, кв. м	Цена за 1 кв. м	К (Советский – Центральный р-н)
1. Ул. Маршала Малиновского, 3 (Советский)	офисное помещение	35	100000	1,097178685
2. Ул. Молокова (Центральный)	офисное помещение	35,9	91142,857	
1. Ул. Алексеева, 49 (Советский)	офисное помещение	146	102740	1,075665093
2. Проспект Мира (Центральный)	офисное помещение	156	95513	
1. Ул. Авиаторов, 5 (Советский)	офисное помещение	163,5	65003	1,040698062
2. Ул. 78 Добровольческой бригады (Центральный)	офисное помещение	160,1	62460,96	
Коэффициент коррекции				1,071180613

Для расчёта коэффициента из базы данных отбираются несколько объектов (не менее трех) из района объекта оценки и несколько аналогичных из района, где был найден аналог объекта оценки. После сравнения нескольких отно-

шений цен двух аналогичных объектов берется их среднее арифметическое, что и является коэффициентом корректировки на местоположение.

Рассмотрим конкретный пример. Имеются три пары объектов-аналогов офисного назначения в советском и центральном районах. Рассчитывается отношение между каждой парой. Затем коэффициенты суммируются и делятся на количество пар, в нашем случае на три.

Расчеты, проведенные в данном исследовании, подтверждают результаты, полученные в 2016 г. [3]. Тогда значение полученного коэффициента составляло 1.11. Таким образом, за три года ситуация с рынком коммерческой недвижимости в Красноярске кардинально не изменилась

Список литературы

1. ФСО № 1 «Общие понятия оценки, подходы и требования к проведению оценки» : утв. приказом Минэкономразвития РФ от 20.05.2015 № 297. П. 7.
2. Гриненко С. В. Экономика недвижимости. Таганрог : ТРТУ, 2004. 107 с.
3. Алексеева Ю. А., Ширяева А. А., Панфилов И. А., Карелин О. И. Исследование метода парных оценок при оценке недвижимости // Решетневские чтения. 2016. Т. 2. № 20. С. 10–11.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ: ТРЕНДЫ И ВЫЗОВЫ

К.Б. Полевич*

Научный руководитель И. А. Панфилов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Ожидания клиентов по поводу увеличения скорости и качества предоставляемых услуг растут в геометрической прогрессии. Высочайший уровень сервиса становится требованием по умолчанию. Моментальная обратная связь, удобный и интуитивно понятный пользовательский интерфейс информационных ресурсов, индивидуальный подход к каждой задаче – это то, к чему потребитель любых услуг уже привык. Для того чтобы соответствовать высоким ожиданиям клиентов, компаниям необходимо ускорить перевод собственных бизнес-процессов в цифровую форму. Но зачастую этого оказывается недостаточно. В большинстве своем компании автоматизируют свои имеющиеся процессы совместно с трудностями, недостатками и «костылями», что, собственно, ведет к удорожанию и не решает задачу повышения скорости принятия решений либо увеличения вариативности процессов в зависимости от особенностей и потребностей клиента, что является основной задачей цифровой трансформации управления.

Как свидетельствуют последние исследования, CEO 52 % крупнейших компаний мира относят digital-программы к приоритетным, а в 54 % компаний уже выделили ресурсы на развитие и внедрение новых технологий. Несколько лет назад, эти показатели были 42 и 27,5 % соответственно [1]. Стало очевидно, чтобы удовлетворить запросы современного потребителя, просто необходимо вносить коррективы, как в производственные процессы, так и принципы внешней коммуникации и внутреннего управления.

Перевод процессов в «цифру» плотно связан с фундаментальным реинжинирингом и пересмотром существующих ограничений.

Большинство предпринимателей полагает, что к 2020 г. в среднем половина их доходов будет генерироваться с помощью цифровых каналов. Далее, по оценкам Всемирного экономического форума, к 2025 г. общий экономический эффект цифровой трансформации в отношении бизнеса и общества превысит 100 трлн долл. [2]. Несложно привести аналогичную статистику того же толка. Все это отражает актуальные макроэкономические тренды, показывающие, в чем будет состоять будущий потенциал бизнеса ведущей массы компаний. Цифровая трансформация – это не столько про новые технологии, сколько про изменение мышления и культуры в компании.

Последние годы слово «инновации» звучит отовсюду – все хотят «волшебную пилюлю» или бизнес-план, который решит трудности, но мало кто за-

* © Полевич К.Б., 2019

думывается о природе возникновения этих самых нововведений. Благодаря цифровым технологиям мы переживаем переход от модели предварительного проектирования к модели постоянного экспериментирования. Если раньше продуктом был результат большого предварительного маркетингового исследования, инжиниринга и экспертного формулирования, то сегодня возможности цифровых технологий и скорость перемен на рынках принуждают бизнес постоянно изобретать все новые-новые методики, пробовать и тестировать свои решения.

Грамотная цифровая трансформация бизнеса включает как внедрение CRM-систем, так и централизованную обработку бизнес-правил (BPMS). CRM-система позволяет формировать базу клиентов по основным сегментам деятельности с возможностью поиска по заданным критериям, проводить мониторинг и анализ заключаемых договоров, а также прогнозировать будущие продажи. Таким образом, общение с клиентами значительно упрощается и ускоряется.

На повестке 2019 г. стоит немало новых технологических приоритетов, включая 5G, искусственный интеллект, машинное обучение, IoT, а также технологии блокчейн и распределенного реестра [3]. Огромный список того, что предприятия должны каким-то образом совместить, чтобы идти в ногу со временем, наверняка пополнится и другими новшествами в следующие несколько лет.

Big Data – уже не просто тренд, а прикладной инструментарий, без которого нельзя представить работу прогрессивной компании. На основе больших данных сейчас моделируется клиентское поведение, прогнозируется спрос, складываются предпочтения и даже адаптируются продукты и услуги, предоставляемые на рынок.

Крупными этапами эволюции данных являются три основных стратегических периода в развитии IT-инфраструктуры компаний: сбор и анализ данных, сортировка и сегментация, характеристика данных из внутренних и внешних источников, использование данных для адаптации продуктов и услуг компании. Все три этапа достаточно трудозатратны, поэтому могут занимать определенное время, в среднем 2-3 года, которое важно учитывать при формировании стратегии цифровой трансформации [4].

При существенной концентрации на технологических компонентах человеческая сторона изменений, необходимых для цифровой трансформации, часто остается на втором плане. Персоналу организации требуется наполнять эту трансформацию реальным содержанием, хотя зачастую для этого у него недостаточно сил и средств с точки зрения квалификации, корпоративной культуры, способностей и талантов.

Чтобы цифровая трансформация начала происходить, нужна не только инициатива руководителя, которая спускается на сотрудников, но и сотрудники, которые могут взяться за эту задачу. На рынке персонала дефицит таких людей, которые могут быть «креативщиками», могут конструировать новые услуги, придумывать что-то новое.

Человеческий фактор, устаревшие ИТ-системы, недостаток знаний и привычки клиентов – главные препятствия на пути к цифровой трансформации.

Важно усвоить, что цифровая трансформация управления предприятием – это не очередная маркетинговая уловка, это новая действительность, требующая абсолютно иного подхода к управлению предприятием, а также конструктивного пересмотра основных бизнес-процессов и подходов к работе с клиентами. Способность быстро адаптироваться к переменам и оптимизировать свою работу, подстраиваясь под ожидания клиента, – ключевые вызовы, которые несет с собой диджитализация бизнеса.

Список литературы

1. Цифровая трансформация бизнеса – усиливающийся тренд 2019 года [Электронный ресурс] // Открытый город. URL: <https://www.opentown.org/news/252687>.

2. Рудых Е. С. Цифровая экономика: тенденции 2017 // Институт развития интернета ВШЭ [Электронный ресурс]. URL: <https://bi.hse.ru/data/2017/03/30/1168539465/%D0%9A%D0%A128.03%20-%20%D0%95%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B0%20%D0%A0%D1%83%D0%B4%D1%8B%D1%85.pdf>.

3. Newman D. Top 10 Digital Transformation Trends For 2019 [Электронный ресурс] // Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/09/11/top-10-digital-transformation-trends-for-2019/#32b943b93c30>.

4. Цифровая трансформация в России 2018 [Электронный ресурс] // КМДА. URL: <https://komanda-a.pro/blog/digital-transformation>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

В. А. Соколов^{*}

Научный руководитель Р.И. Кузьмич
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

С развитием и распространением искусственного интеллекта бизнес смог решать гораздо более сложные задачи принятия решений при помощи ЭВМ, а задачи большой размерности перестали быть столь сложными и трудозатратными. Стоит отметить, что вычисление результатов при помощи нейронных сетей и участие последних в бизнес-процессах не только оправданно ускоряет принятие решений, уменьшая временные простои системы, но и сводит количество ошибок к минимуму.

С самого зарождения ЭВМ и внедрения их на предприятиях существовала проблема жесткости алгоритма программ: программа выполнялась по заранее написанному сценарию, который приходилось переписывать каждый раз, когда изменялись условия и формулы процесса. Успешность алгоритмов приходилось оценивать пользователям систем [1].

Появление нейронных сетей в полном смысле направила программирование в экономической сфере на новый путь развития. Программы для ЭВМ смогли не только достаточно быстро вычислять большие объемы информации, но и анализировать результаты с точки зрения корректности вычислений. Можно говорить о полноценном обучении программы и адаптации внутренних алгоритмов для наибольшей эффективности в условиях динамично-изменяющихся бизнес-процессов.

Работа нейронных сетей осуществляется в два этапа: обучение и использование. Как только нейронная сеть создана, производится обучение сети: программе подаются массивы входных и результирующих данных. Программа использует эти массивы как некоторый опыт, корректируя значение связей между нейронами. Результатом такой корректировки будет стремление программы для полученных входных данных выводить требуемые результирующие. При использовании же программа получает отдельные кортежи входных данных и, основываясь на опыте в результате обучения, выводит результат, который согласно обучающей выборке удовлетворяет требуемому результату [2].

Нейронные сети используются в самых разных сферах бизнеса. Принятие решений о инвестировании, вычисление больших данных, задачи маркетинга с данными о потребителях – лишь малый список областей применения.

Более того, помимо численных и логических результатов в настоящее время всё более востребованными и изучаемыми становятся сверточные нейронные сети, используемые для анализа графических данных. Современного

^{*} © Соколов В.А., 2019

человека уже не удивляет поиск по изображению, распознавание лиц, автомобильных номеров.

Многие мировые компании работают сейчас над тем, чтобы использовать сверточные нейронные сети не только для анализа изображений, но и для создания. В данном направлении особенно преуспели производители видеокарт, стремясь снизить технические требования к вычислительным возможностям компьютера при рендеринге изображений.

Использование нейронных сетей создало возможность обслуживать клиентов без участия менеджеров: многие сервисы озаботились созданием чат-ботов, обученных на существующих диалогах клиентов с менеджерами. Современные чат-боты способны без заметных отличий рассказать потребителю об услугах, предложить сопутствующие товары и даже выполнить некоторые затратные по времени действия за пользователя (например, сравнить два товара интернет-магазина).

В области рекламы нейронные сети используются давно и успешно. Умная лента анализирует запросы и действия пользователя, составляет некоторый портрет человека (пол, профессия, наличие детей, автомобиля и многое другое) и предлагает товары и услуги, в которых пользователь, вероятно, нуждается и интересуется [3].

В настоящее время почти любая организация имеет web-сайт. Зачастую пользователи имеют возможность наполнять сайт контентом: комментарии, фотографии, отзывы. Нейронные сети пригодились и здесь: искусственный интеллектуальный анализ добавляемого пользователями контента может осуществлять анализ корректности и производить предмодерацию (не допускать к публикации подозрительный контент).

Для экспериментального исследования нейронных сетей с обратным распространением ошибки создана программа [4], реализующую такую нейронную сеть для принятия решения в задачах большой размерности.

В качестве практической задачи использовалась выборка данных, состоящая из 200 покупателей сети магазинов. Отметим, что первые 11 переменных, характеризующие покупателей, являются численными и отражают стоимость покупок за некоторый промежуток времени, количество купленных единиц товара, среднее время суток посещения магазина и т. д. Следующие 16 переменных являются бинарными и обозначают наличие или отсутствие у покупателя детей, автомобиля и др.

На основании выборки данных необходимо определить необходимость включения конкретного покупателя в рекламную рассылку. Исходные данные разделены на две выборки: обучающую и экзаменующую. Первая состоит из массива значений входных переменных по 150 покупателям и решения менеджеров по каждому из них о включении в рекламную рассылку (вектор-столбец значений выходной переменной), вторая – только из массива значений входных переменных по 50 покупателям для тестирования нейронной сети.

В результате решения задачи в 68 % случаев принятые решения нейронной сети и менеджеров сети магазинов совпали. Скорее всего, невысокий ре-

зультат по точности классификации обусловлен наличием выбросов в обучающей выборке, а также низкой сложностью структуры сети. Программа способна создавать сети более сложной структуры, но на обучение таких сетей уйдёт значительно большее количество времени. Тем не менее, для данной задачи использование нейронной сети оправдано. Данное утверждение основано на том, что менеджеры затратят значительно большее количество времени на анализ массива значений входных переменных по каждому покупателю, в то время как сеть обучается быстрее и вычисляет данные для выборки, состоящей из новых покупателей, моментально, не предъявляя высоких требований к вычислительным ресурсам компьютера.

Следует заметить, что для класса покупателей, которых не стоит включать в рассылку, ошибка составила 24 %, в то время как по классу покупателей, включенных в рассылку, программа ошиблась в 40 % случаев. В контексте данной задачи такое соотношение ошибок для включаемых и не включаемых в рассылку покупателей, скорее всего, более выгодно, чем, если бы соотношение ошибок было бы обратным, поскольку рекламная рассылка стоит денег, при этом нет гарантии, что покупатель отреагирует на рекламу. С другой стороны, если не включим в рассылку одного из заинтересованных покупателей, то он может узнать содержание рекламной компании в результате общения с покупателями, которые включены в рассылку.

Список литературы

1. Хайкин С. Нейронные сети. М. : ИД «Вильямс», 2006. 1104 с.
2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей: пер. с англ. М. : ИД «Вильямс», 2001. 298 с.
3. Боровиков В. П. Методология и технологии современного анализа данных // Горячая линия-Телеком, 2008. 30 с.
4. Кузьмич Р. И., Соколов В. А., Ступина А. А., Ефимов В. С. Искусственные нейронные сети для задач большой размерности. М. : Роспатент, 2019. № гос. рег. 2019610408.

ВОЗМОЖНОСТИ ВЕДЕНИЯ ТОРГОВЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

В.А. Соколов, Е.К. Сивцова*

Научный руководитель Р.И. Кузьмич
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

С развитием сети Интернет интерес к развитию цифровой экономики в мире постоянно растёт. Во многом это коснулось именно торговли внутри всемирной паутины. В наше время сложно удивить кого-либо, покупая товар, не выходя из квартиры, а владельцы поисковых сервисов позаботились о максимальной безопасности таких покупок.

Сложно ли в настоящее время создать свою торговую платформу в интернете? Оказывается, нет. Существует множество CMS и фреймворков для создания как действующего сайта, так и полноценного интернет-магазина. При этом есть как продукты с мировым именем, так и адаптированные под российский рынок.

Такие системы иногда даже не требуют знаний программирования: в сети много готовых решений, модулей и компонентов для наиболее гибкой настройки сайта для задачи реализации именно вашего товара. При этом можно встретить как платные, так и свободно-распространяемые решения.

Большим достоинством CMS интернет-магазинов является гибкое взаимодействие с наиболее востребованными у российских потребителей поисковыми сервисами: Google и Яндекс. Помимо предоставления встраиваемых компонентов (например, карты) поисковые сервисы предоставляют сбор значимой информации о сайте (что достаточно полезно для разработчиков интернет-магазина), а главное – простое использование микроразметки сайта, благодаря которой контент сайта в достаточно быстрые сроки будет попадать в выдачу при поиске (Яндекс.Картинки, GoogleMaps, Яндекс.Маркет) [1].

CMS, созданные именно для интернет-магазинов, как правило, имеют инструменты для взаимодействия с WMS (системами управления складами) и бухгалтерскими системами. При этом такие системы включают в себя CRM (система управления взаимоотношения с клиентами).

Фреймворки, на которых строится интернет-магазин, как правило, собирают достаточно большое количество SEO-информации, что также способствует поисковой оптимизации сайта с учётом некоторых особенностей. Примером таких особенностей может служить информация о том, что подавляющая аудитория интернет-магазина посещает сайт с устройств серии iPhone, следовательно, при разработке функционала требуется регулярно тестировать его при помощи браузера Safari [2].

* © Соколов В.А., Сивцова Е.К., 2019

CMS интернет-магазинов обладают и другими полезными возможностями. Можно выделить создание бизнес-процессов, управление маркетингом (сбор маркетинговой информации, гибкое управление акциями, купонами, скидками, возможность быстрого создания и размещения рекламы).

Наполнение торгового каталога является рутинной задачей для интернет-магазина, ведь сводится к обыкновенному прописыванию свойств товара. Либо же можно просто произвести выгрузку из системы управления складским учётом. При этом каталог может иметь и сложную структуру, включая разделы каталога разной степени вложенности.

Гибкая система управления личными кабинетами пользователя позволяет не только ограничивать группы пользователей в каких-либо правах, но и задать некоторые персональные возможности. Так, имеется возможность в день рождения покупателя именно для него отображать цены с определённой скидкой [3].

Поскольку для совершения покупок пользователи сайта в любом случае регистрируются на нём, не собирая информацию дополнительно, можно сразу же включить e-mail покупателя в почтовую рассылку.

Для менеджеров интернет-магазины предоставляют всю информацию о продажах сайта, а также позволяют отслеживать любой из заказов на всех стадиях: оформление, оплата, отгрузка, получение. При этом удобное представление данных позволяет в доступной форме оценить качество принятых решений.

Подобные CMS часто поддерживают языковые файлы, позволяя устанавливать отображаемый язык сайта в зависимости от нахождения пользователя, а также включают многосайтовость, позволяя создать несколько сайтов на единственном хостинге с поддержкой одной купленной системой. Для сайтов осуществляется полная техподдержка, а система регулярно обновляется.

Большим плюсом создания сайтов при помощи CMS является хорошая оптимизация алгоритмов готовых решений и достаточный уровень безопасности.

Торговая интернет-платформа позволяет гибко настроить магазин под нужды потребителей и владельцев сайтов, автоматизировать множество процессов и оптимизировать их, собирать и обрабатывать информацию о покупателях и рынке, а также продвигать товар в поисковых системах и управлять маркетингом.

Список литературы

1. Расторгуев О. П., Прокди Р. Г. Сайт на 1С-Битрикс. М. : Издательство «НИТ», 2012. 255 с.
2. Записки инженера (доступным языком заметки по IT-технологиям) статья «Структура OpenCart» [Электронный ресурс]. URL: <http://s-engineer.ru/struktura-opencart>.
3. Horton J. PrestaShop 1.3 Beginner's guide. PASCIT, 2010. 317 с.

Цифровые технологии образования: вызовы XXI века

**ЭЛЕКТРОННАЯ ПОДДЕРЖКА МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ
«МЕДИАЦИЯ В ОБРАЗОВАНИИ» КАК МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ
ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ СИБИРСКОГО
ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Н.А. Иванов*

Научный руководитель О.Г. Смолянинова
доктор педагогических наук, профессор, академик РАО

Сибирский федеральный университет

Тенденции развития системы российского образования предполагают расширение границ образовательного пространства, его выход за пределы образовательной организации и, следовательно, возрастание роли неформального и информального образования в жизни современного человека. Министр науки и высшего образования РФ М. М. Катюков на встрече со студентами и преподавателями СФУ 29 марта 2019 г. отметил значимость и перспективы расширения курсов дополнительного образования. МООС-ресурсы на сегодняшний день становятся дидактическим средством, востребованным в учебном процессе вуза, результаты их прохождения засчитываются в соответствии с локальными нормативными актами образовательной организации (легитимизированы в СФУ).

Открытость образования является трендом цифровизации и Индустрии 4.0. В условиях роста масштабов цифровизации, выражающейся в проникновении Интернета и цифровых технологий в различные отрасли, включая образовательную, можно утверждать, что открытое образование становится педагогическим трендом, чему сопутствуют рост аудитории мобильных и интернет-пользователей, рост цифровой грамотности населения РФ, снижение возраста детской аудитории Рунета, рост интенсивности использования глобальной сети россиянами [1].

Открытое (сетевое) образование и цифровизация перекликаются с сущностью педагогического понятия «сетевая личность». Отличительным свойством сетевой личности является «удовлетворение гносеологической (познавательной) и коммуникативной потребности в момент ее возникновения (на пике интереса)» [2], что в контексте формального образования предполагает создание условий, направленных на обеспечение эффективной электронной поддержки образовательного процесса. Электронная поддержка подразумевает ресурсное обеспечение педагогического процесса и организацию компьютерно-опосредованной коммуникации субъектов образования посредством технологических решений, предоставляемых информационными системами, составляющими цифровую среду и базирующуюся на ней электронную информационно-образовательную среду университета.

* © Иванов Н.А., 2019

Цифровая среда Сибирского федерального университета на данный момент представлена совокупностью пяти электронных сервисов (рисунок). Консолидация обеспечиваемых ими технологических решений служит основой реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, функционирования электронной информационно-образовательной среды университета, нацеленного на «обеспечение условий для полноценной цифровой поддержки учебного процесса по образовательным программам всех уровней» [3, с. 5].



Рис. Фрагмент карты электронного обучения в СФУ

Эффективность электронной поддержки для реализации ЭО и ДОТ определяется не только технической оснащённостью цифровой среды, но и степенью реализации ее дидактического потенциала. Данная точка зрения соответствует современному этапу развития информатизации образования. Проведя ретроспективу, можно заметить, что усовершенствование цифровой образовательной среды СФУ сопряжено с тенденциями развития педагогической науки. Это выражается в реализации персонифицированного интерфейса; индивидуализированном учете компетентностных образовательных результатов средствами корпоративного сервиса «Мой СФУ» в противовес реализованной на платформе Moodle балльно-рейтинговой системе оценивания, отражающей индивидуальный прогресс в сравнении с результатами других студентов; оснащённости ЦОС инструментарием, содействующим в планировании педагогической и учебно-познавательной деятельности, развитии самоорганизации личности.

Интерес с точки зрения реализации дидактического потенциала цифровой образовательной среды СФУ может представлять электронная поддержка образовательной программы. В этой связи важно разграничить подходы к определению образовательной программы. С одной стороны, образовательная программа может пониматься как совокупность документов, отражающих цель, задачи, организационные формы и пр., то есть систему обучения, что уже реализовано средствами ЦОС СФУ. С другой стороны, под образовательной программой может подразумеваться образовательный процесс в масштабе профиля подготовки, в этом смысле электронная поддержка образовательной программы отождествляется с электронной поддержкой педагогического процесса и практик, представляет собой инновацию в условиях СФУ и предполагает системный ха-

рактика использования возможностей цифровой образовательной среды в обеспечении электронной поддержки, который будет способствовать развитию ЭО и ДОТ.

Стратегически важным документом, определяющим векторы развития ЭО и ДОТ в СФУ на ближайшие несколько лет, является Программа развития ЭО и ДОТ в СФУ (2016–2021 гг.). Прогнозируемый разработчиками рост охвата и интенсивности использования ЭО и ДОТ в СФУ может быть обеспечен реализацией электронной поддержки магистерской программы «Медиация в образовании». Специфика образовательной программы «Медиация в образовании» состоит в практико-ориентированности обучения [4], выступающей основой реализации деятельностного подхода: в системе обучения центрируется практика, педагогический процесс строится вокруг нее. Это обстоятельство может быть положено в основу концептуальных идей электронной поддержки образовательной программы, что будет представлять интерес в плане структурной организации и технической реализации для коллег из СФУ и других российских вузов.

Электронная поддержка магистерской программы «Медиация в образовании» предполагает создание виртуальной образовательной среды профессиональной подготовки медиаторов на базе LMS Moodle (информационной обучающей системы «е-курсы»), системообразующим элементом которой выступает электронный обучающий курс, отражающий модульную структуру образовательной программы [4] и включающий в себя элементы фирменного стиля ИППС и СФУ, контент: учебно-методическое обеспечение ОПОП, презентации лекций, задания для самостоятельной работы, фонды оценочных средств, задания для промежуточной аттестации и др. [4]. Все материалы представлены в мультимедийном и интерактивном форматах, содержат гиперссылки на ЭОК по дисциплинам и практикам, НИР, электронный портфолио студентов и другие ресурсы ЭИОС. Интеграция информационных ресурсов в ЭОК посредством сторонних сервисов позволяет реализовать в Moodle элементы мобильной информационно-образовательной среды.

Таким образом, электронная поддержка магистерской программы «Медиация в образовании» может послужить механизмом развития цифровой образовательной среды СФУ за счет внедрения в ЭИОС элементов фирменного стиля ИППС и СФУ, которые отражают корпоративную культуру организации, расширения возможностей реализации дидактического потенциала ЦОС СФУ, что предполагает:

- системный характер использования функционала цифровой среды в обеспечении электронной поддержки, выражающийся в том числе в создании виртуальной образовательной среды профподготовки медиаторов средствами LMS Moodle;
- реализацию элементов мобильной ИОС, мультимедийности и интерактивности;

– учет особенностей программы при проектировании и реализации электронной поддержки, в частности, учет практики как системообразующего элемента профессиональной подготовки медиаторов.

Список литературы

1. Интернет в России в 2017 году: состояние, тенденции и перспективы развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.fapmc.ru/rospechat/activities/reports/2018/teleradio/main/custom/0/0/file.pdf> (дата обращения: 28.03.2019).
2. Ахаян А. А. Сетевая личность как педагогическое понятие: приглашение к размышлению [Электронный ресурс] // Письма в Эмиссия. Оффлайн (The Emissia.Offline Letters) : электронный научный журнал. 2017. № 8. URL: <http://www.emissia.org/offline/2017/2560.htm> (дата обращения: 28.03.2019).
3. Положение об электронной информационно-образовательной среде СФУ [Электронный ресурс]. URL: <http://about.sfu-kras.ru/docs/10065/pdf/837915> (дата обращения: 28.03.2019).
4. Smolyaninova O. Training Model of School Intercultural Mediators Master's Program at Siberian Federal University // INTED2019: proceedings 13th International Technology, Education and Development Conference. Valencia, Spain, March 11th-13th 2019. Pp. 1991–1997.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ИНТЕРЕСА БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-ТЮТОРОВ

Т.Г. Молодид*

Научный руководитель Е.А. Безызвестных
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В условиях высокой конкуренции современное общество требует непрерывного образования личности, ее самореализации и профессионального становления, поиска новых образовательных технологий. Современные выпускники вузов должны быть инициативны, уметь творчески мыслить, быть самостоятельными и ответственными. Важнейшим направлением развития в образовании является включение в процесс обучения социальных медиа, с помощью которых возможно развивать их профессиональные интересы.

Развитие сетевых технологий, в частности интернета, привело к необходимости расширения трактовки «медиа» применительно к новым условиям: так, появилось понятие «социальные медиа» (socialmedia) с целью демонстрации принципиального отличия «традиционных» медиа от социальных [3].

Социальные медиа – это средства социального взаимодействия. С их помощью можно осуществлять непрерывное взаимодействие между людьми, объединенными общими интересами [3].

Социальные медиа в тьюторстве рассматривали Е. Ф. Пивоварова [3], Е. В. Ермолович [4] как инструмент профессиональной самоактуализации студентов, С. Л. Фоменко [6] как инструмент тьюторского проекта. По мнению С. Л. Фоменко, тьюторское сопровождение обретает массовый характер в дистанционных формах обучения [3]. Внедрение интерактивных инструментов тьюторского сопровождения в образовании является одним из современных трендов. Инструмент «социальные медиа» позволяет пользователям обмениваться информационными и образовательными ресурсами, идеями, фотографиями, видео, различными цифровыми данными, общаться по интересам. Одним из таких интересов, может выступать «профессиональный интерес».

Проблема развития профессиональных интересов нашла отражение в трудах Г. Д. Бабушкина, М. Ф. Беляева, В. Ф. Бессараба, Л. В. Ботяковой, С. П. Крягжде, Н. Д. Левитова, Б. М. Теплова, Б. А. Федоришина, С. Н. Чистяковой, А. Ф. Эсаулова и других. Изучение психолого-педагогической литературы по данной проблеме свидетельствует о том, что существуют различные взгляды на понятие «профессиональный интерес», вызванные сложностью его функциональной природы. Так, И. Н. Вакулова, Т. В. Проскурякова, Н. Д. Соловьева рассматривают профессиональный интерес как избирательное активно-положительное отношение к определенному виду профессиональной деятель-

* © Молодид Т.Г., 2019

ности, связанное с желанием ею заниматься» [3]. Расширяя данное определение, О. А. Зимовина понимает данное понятие как фактор (симптомокомплекс), который стимулирует деятельность человека, связанную с приобретенной или предполагаемой профессией, и проявляется в избирательной, познавательной, эмоциональной и волевой активности при встрече с разными объектами явлениями действительности [3]. Подчеркивая взаимосвязь профессионального интереса с познавательным, В. Ф. Бессараб определяет его как эмоционально выраженную направленность, внимание и действие учащегося на приобретение теоретических и практических знаний, умений, навыков [3].

Рассмотрим подробнее особенности использования социальных медиа для развития профессионального интереса будущих педагогов-тьюторов. Значимым преимуществом использования социальных медиа для развития профессионального интереса будущих педагогов-тьюторов является интерактивность, мгновенная обратная связь, поддержка учебной мотивации в режиме онлайн.

Использование психолого-педагогических онлайн-тестов в социальных медиа способствует выявлению студентами своих психологических особенностей и характеристик, имеющих профессионально значимых качеств, что входит в когнитивный компонент профессиональной самоактуализации. Изучение педагогических блогов и сайтов сетевых педагогических сообществ (например, Педсовет.org, «Сообщество учителей информатики», «Социальная сеть работников образования», «Открытый класс» и др.) способствует развитию мотивации к осуществлению профессиональной деятельности, а полученный в работе сообществ практический опыт влияет на развитие профессионально значимых качеств будущего педагога [3].

Использование будущими педагогами-тьюторами различных социальных медиа, направленных на развитие профессионального интереса (дистанционные курсы дополнительного образования, смежные с педагогическим направлением, на платформах «Универсариум», «Лекториум», онлайн-конференции, вебинары, к примеру, на платформе Mirapolis, сайты образовательных учреждений с информацией о подготовке по программам магистратуры, сайты вакансий и т. д.), стимулирует их к осуществлению проб в профессиональной, научно-исследовательской, методической и педагогической деятельности. Разворачивание активной деятельности в рамках использования социальных медиа позволяет будущим педагогам-тьюторам инициировать индивидуальный образовательный интерес, создавать групповые образовательные продукты в открытом цифровом пространстве, взаимодействовать с потенциальными работодателями в целях реализации совместных проектов, что способствует формированию деятельностного и мотивационного компонентов профессиональной самоактуализации [3].

Следует отметить, что социальные медиа позволяют будущим педагогам-тьюторам интегрировать различные современные интерактивные образовательные технологии, одной из которых является электронный портфолио. Технология e-портфолио позволяет будущим педагогам-тьюторам развивать способность к рефлексии и оцениванию результатов деятельности (достижений), про-

ектировать индивидуальные образовательные маршруты [5]. В рамках данного исследования для студентов Института педагогики, психологии и социологии направления подготовки «Педагогическое образование» профиль «Тьютор» была создана группа в социальной сети «ВКонтакте», которая называется «Профессия “Тьютор”. Разбираемся вместе» [2]. В рамках деятельности группы ведется практическая работа по созданию профессионального контента, направленного на развитие профессионального интереса будущих педагогов-тьюторов. Деятельность осуществляется через размещение информационных постов, содержащих информацию о тьюторской профессии, научные статьи, ссылки на образовательные ресурсы, инструменты тьюторского сопровождения. В группе представлена актуальная информация о возможном трудоустройстве, опубликованы ссылки на психолого-педагогические тесты.

Таким образом, социальные медиа являются значимым современным инструментом развития профессионального интереса будущих педагогов-тьюторов.

Список литературы

1. Байtimiрова А. Т. Сущность и структура понятия «Профессиональный интерес» // Теория и практика общественного развития. Народное образование. Педагогика. 2013. № 4. С. 116–118.
2. Молодид Т. Г. Профессия «Тьютор». Разбираемся вместе // Сообщество для тьюторов в социальной сети «ВКонтакте». Красноярск. 2019. URL: <https://vk.com/public175417763>.
3. Пивоварова Е. Ф. Программа тьюторской поддержки профессиональной самоактуализации студентов бакалавриата по направлению «Педагогическое образование» средствами интернет-технологий: магистерская диссертация [Электронный ресурс]. URL: http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/28725/dissertaciya_pivovarova_2016.pdf?sequence=2.
4. Пивоварова Е. Ф., Ермолович Е. В. Социальные сети как средство эффективной коммуникации в реализации тьюторской поддержки студентов вуза // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 11. С. 1021–1025. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86221.htm>.
5. Смолянинова О. Г., Иманова О. А., Безызвестных Е. А. Практики использования дистанционных образовательных технологий при подготовке будущих педагогов-тьюторов: опыт Сибирского федерального университета. Информатика и образование. 2018. № 2 (291). С. 3–8.
6. Фоменко С. Л. К вопросу о моделях тьюторского сопровождения обучающихся в образовательном процессе // Журнал «Педагогическое образование в России. Народное образование. Педагогика. 2017. № 1. С. 102–107.

**ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЫ ШКОЛЬНИКОВ
(НА ПРИМЕРЕ МБОУ СОШ № 1
ПГТ КАА-ХЕМ РЕСПУБЛИКИ ТЫВА)**

Х.Ш. Монгуш^{*}

Научный руководитель Е.В. Достовалова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Научно-исследовательская работа обучающихся и учителей – один из важных видов деятельности образовательного учреждения. Несомненно, что научно-исследовательская деятельность не может быть одним из главных видов деятельности в учебном процессе, но она хорошо сочетается с ним, тем самым, мотивируя и учителей, и обучающихся к получению новых знаний.

В республике Тыва научно-исследовательская работа школьников активно вводится, в особенности в лицеях и гимназиях. Проанализировав сайты образовательных учреждений республики Тыва, можно утверждать, что научно-исследовательская работа организована с учетом возрастных особенностей обучающихся, их уровня подготовки и проводится в различных формах: краткосрочные и долгосрочные исследования, которые выполняются индивидуально или группой. В ходе выполнения исследования обучающийся может достичь не только изучения материала, но и его более глубокого осмысления.

Многолетний продуктивный опыт работы в организации научно-исследовательской деятельности в МБОУ СОШ № 1 пгт Каа-Хем Республики Тыва позволяет говорить, что оптимальное решение – это разделение научно-исследовательской работы на два основных направления: исследования учителей и исследования обучающихся. Эти направления могут развиваться как параллельно, так и находить общие точки соприкосновения.

Стоит отметить, что данная деятельность не может быть успешной, если ограничивается рамками учебного заведения. Необходим иной взгляд на те проблемы, которыми занимаются и педагоги, и учащиеся. Именно поэтому в этой сфере деятельности школы важным стало сотрудничество с Тувинским государственным университетом. На базе школы организованы регулярные встречи-консультации с преподавателями вуза, руководящими основными направлениями этой деятельности.

Первым направлением в организации научно-исследовательской работы в школе стала работа учителей, которые могут выбрать как тему своей работы в рамках общего направления исследовательской деятельности школы, так и выбрать путь самосовершенствования и работать над интересующей темой самостоятельно. Результаты научно-исследовательской работы обсуждаются на заседаниях методических объединений по предметам, на планерках, в индивиду-

^{*} © Монгуш Х.Ш., 2019

альных отчетах или публикациях. Как правило, исследования учителей связаны с методическими вопросами преподавания предмета, с выработкой той или иной методики преподавания, ее апробированием. К большому сожалению, эта работа практически стоит на месте: в связи загруженностью учителей не всегда получается теоретически описать и обобщить опыт, но работа идет. Для того чтобы усилия учителей были направлены в одно направление, им предлагается единая общая тема, к работе над которой может присоединиться любой желающий.

Наиболее активными участниками в сфере исследовательской деятельности школы являются обучающиеся. В школе выработан принцип, благодаря которому в научно-исследовательскую деятельность могут быть вовлечены абсолютно все желающие. Опыт показывает, что не всегда успешный ученик может провести интересный эксперимент, реализовать проект и достойно представить его аудитории, поэтому попробовать себя предлагается всем ученикам без исключения. Безусловно, многое зависит от учителя, предлагающего тему исследования, от его личностных качеств, от его заинтересованности предметом и результатами преподавания, поэтому, к сожалению, не все предметы представлены в списке исследовательских направлений. Иногда ученики сами предлагают собственные темы.

Для организации научно-исследовательской деятельности обучающихся практически ничего не используется. Чаще всего на факультативных часах преподаватель вуза объясняет методику проведения подобной работы, рассказывает о требованиях к ее оформлению, показывает приемы поиска материала, работы с научной литературой, учит правильно строить устное выступление, грамотно делать презентацию к докладу.

Следует отметить, что мотивация для занятия научно-исследовательской деятельностью у обучающихся самая разная. Главная задача учителя – определить их. Так, многих обучающихся увлекает проведение самого эксперимента, других – возможность выступления перед новой аудиторией, остальных – возможность победить и представить работу на более высоком уровне. Администрация и учителя школы стремятся организовать условия для ведения научно-исследовательской деятельности для всех желающих.

На данный момент в школе отсутствует план научно-исследовательской деятельности. Обычно за два месяца до конференции «Шаг в будущее» объявляется дата школьного этапа. После чего учителя-предметники предлагают обучающимся темы исследовательских работ, рекомендуют научную литературу, ставят цель эксперимента. К концу первого месяца обучающиеся уже завершают экспериментальную часть проекта, заканчивают сбор теоретического материала. Второй месяц начинается с выстраивания логики письменной части исследования, определения методологической основы работы, ее объекта, предмета, формулировки цели и задач.

В школе № 1 пгт Каа-Хем республики Тыва существует давняя традиция проведения научно-практических конференций внутри школы. Участники конференции делятся на предметные секции, где их слушают учителя и остальные

участники конференции. Эти выступления являются некой репетицией для обучающихся, отборочным этапом, по результатам которого учителя выбирают тех, кто будет представлять школу на следующем этапе, а кому следует доработать материал или внести поправки, чье выступление, возможно, будет отложено на следующих год.

Необходимо отметить, что успех научно-исследовательской работы во многом зависит от энтузиазма учителя, который способен увлечь своим предметом даже самого недобросовестного обучающегося [1]. С давних времен в школе особенно активно обучающиеся пишут исследовательские работы по русскому языку, биологии, литературе, иностранному языку, истории, общественно-родному тувинскому языку, химии, географии. Пока в стороне остались такие предметы, как информатика, физика, математика. Становится очевидным, что это происходит из-за загруженности учителей в учебном процессе и специфика предмета.

В общем педагогический коллектив школы уверен, что научно-исследовательская работа важна. Большинство учителей согласны с тем, что этот вид деятельности позволяет лучше узнать обучающегося, раскрыть его способности, заинтересовать в углубленном изучении предмета [2]. Как показывает статистика, обучающиеся, принимающие участие в научно-практических конференциях различного уровня, лучше успевают по предметам, становятся призерами предметных олимпиад, совершенствуют навыки публичного выступления.

Список литературы

1. Леонтович А. В. Учебно-исследовательская деятельность школьников как модель педагогической технологии // Народное образование. 1999. № 10. С. 89–94.
2. Кудрова И. А. О развитии мышления на основе исследовательского подхода // Стандарты и мониторинг в образовании. 2006. № 5. С. 112–117.

ЦИФРОВОЙ КЕЙС КАК ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ИНТЕНСИВНОЙ ШКОЛЫ «МЕДИАТОР 2.0»

А.Д. Селезнева*

Научный руководитель В.В. Коршунова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Современное общество остро нуждается в способности граждан конструктивно взаимодействовать. Для этого необходимо развивать социальный интеллект, менталитет сотрудничества, социального партнерства. Метод школьной медиации способствует решению этих задач в работе с детьми, закладывая основу воспитания будущих поколений, опирающихся на гуманистические ценности, ставящих человеческую жизнь, благополучие и гармоничное развитие личности, позитивное общественное взаимодействие на первое место.

Таким образом, развитие служб школьной медиации является важнейшей социальной инновацией, оно востребовано жизнью и становится одной из приоритетных задач в области современного воспитания и образования [1].

В соответствии с Рекомендациями по организации служб школьной медиации в образовательных организациях, утвержденными Министерством образования и науки РФ от 18.11.2013 № ВК-54/07вн, в работу службы должны быть вовлечены обучающиеся данной организации, которые прошли соответствующее обучение [2].

Для того чтобы познакомить детей с методом медиации, его задачами и этапами, а также развить у них навыки бесконфликтного общения в молодежной сфере, была проведена Городская интенсивная школа «Медиатор 2.0», которая проходила в течение трех дней. Задачи Городской выездной школы:

- 1) информировать участников о принципах и этапах медиации;
- 2) развить навык бесконфликтного общения.

Как и любой педагогический процесс, деятельность школы подразумевала получение некоего образовательного результата. Образовательный результат является важнейшим элементом модели педагогического процесса, который не может быть представлен без рассмотрения современного социального заказа к сфере образования. Признанными ориентирами целей российской системы образования являются формирование у обучающихся творческого мышления, развитие коммуникабельности, толерантности, а также способности к сознательному и ответственному выбору. Речь идет не просто о новых актуальных качествах личности, а о качественно новой личности [4]. На данной школе способом представления своего образовательного результата стал цифровой кейс.

Этапы работы с кейсом:

- 1) выбор темы. На данном этапе сформированная ранее группа должна определиться с выбором тематики своего будущего ролика;

* © Селезнева А.Д., 2019

- 2) создание сценария. Поэтапное описание сюжета видео ролика;
- 3) распределения ролей в группе. Дети распределяют роли в будущем кейсе, а также определяют того, кто будет заниматься съемкой;
- 4) съемки видеоконтента ролика;
- 5) монтирование видеоролика. На этом этапе группой просматривается отснятый материал, проектируется первый план ролика, корректируются сценические сюжеты, накладываются титры;
- 6) обсуждение решений цифрового кейса. Это заключительный этап перед представлением видеокейса комиссии. На этом этапе группа обсуждает вероятные пути решения кейсовой ситуации.

В качестве наиболее интересных образовательных результатов по работе с видеокейсом можно выделить следующие:

- 1) развиваются коммуникативные и творческие навыки;
- 2) улучшается понимание изучаемого материала;
- 3) развивается познавательный интерес к новому материалу;
- 4) формируется конкурентоспособность, персональная и коллективная ответственность [3].

В ходе интенсивной школы «Медиатор 2.0» отработаны технологии предъявления образовательных результатов средствами разработки цифрового кейса по заданной тематике.

Ключевым выводом по итогам интенсивной школы «Медиатор 2.0» стала система упражнений по созданию группового продукта в форме видеокейса. В результате работы по проектированию кейса, его демонстрации и защите обучающиеся овладели множеством навыков. На этапе выбора темы дети учатся навыку бесконфликтного общения. На следующем этапе они пишут сценарий, а значит, они овладевают творческими навыками, но при этом они учатся коммуницировать, а также планировать. На третьем, четвертом и пятом этапах обучающиеся также продолжают овладевать всеми перечисленными навыками. На этапе обсуждения и защиты цифрового кейса дети учатся формулировать свои мысли, а также четко и ясно отвечать на вопросы.

Список литературы

1. Информационно правовой портал. URL: <http://www.garant.ru/PRoDUcts/IPo/PRIme/Doc/70142628>.
2. Коновалов А. Ю. Модели работы с конфликтами на основе воспитательной медиации в системе образования [Электронный ресурс] // Психологическая наука и образование. 2014. № 3 URL: <http://psyedu.ru/journal/2014/3/Konovалov.phtml>.
3. Смолянинова О. Г., Коршунова В. В. Assessment of Future Primary School Teachers' Educational Results [Article] Journal of Siberian federal University, Humanities & Social Sciences. 2015. Vol. 8 (11). P. 2645–2653.
4. Юдин В. В. Образовательный результат: от компетенции до личности // Журнал теоретических и прикладных исследований. 2008. № 4. С 11–24.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИГРОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ У СТУДЕНТОВ ИППС

Д. И. Степанов*

Научный руководитель В.А. Помазан
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Игра – деятельность, дающая возможность человеку реализовывать свои желания, выражать свои фантазии и доставляющая ему удовольствие [1].

С течением времени игры развивались, как и все в этом мире. Изначально для игры люди использовали лишь свою фантазию и подручные предметы. В процессе развития начали появляться обычные игрушки, которые уменьшали необходимость фантазий (например, деревянный солдатик). Следующим шагом стали игры, в которых были прописаны свои правила, а также развивающие игры. В ходе развития информационных технологий начали появляться различные электронные игры, например советская игра «Ну, погоди!». В последнее десятилетие игры перебрались на персональные компьютеры, ноутбуки и смартфоны. Появилось понятие «компьютерные игры». Компьютерная игра – это разновидность игр, в которых компьютер выполняет роль ведущего или партнера по игре, а возникающие по ходу игры игровые ситуации воспроизводятся на экране дисплея или телевизора [2]. Большинство ученых считало игровую деятельность до появления в ней компьютеров полезным явлением в жизни людей. Сейчас же однозначной точки зрения нет, и все чаще речь заходит о зависимости от компьютерных игр. Психологическая зависимость – зависимость от химических веществ, возникающая вследствие стресса или первичного злоупотребления этими веществами. Термин «психологическая зависимость» используется в тех случаях, когда употребление вещества не обязательно для нормального физического функционирования организма. У человека вырабатывается влечение к препарату, так как его использование связано с приятными чувствами и ощущениями [3]. Компьютерная игровая зависимость учеными понимается так же, только человек становится зависим не от вещества, а от компьютерной игры. В 2016 г. Всемирная организация здравоохранения начала разрабатывать термин «игровое расстройство». Игровое расстройство определяется как модель игрового поведения (при игре в цифровые игры или видеоигры), отличающаяся нарушением контроля за игрой, отведением игре все большего приоритета по сравнению с другими видами деятельности до такой степени, что ей отдается предпочтение перед другими интересами и повседневными занятиями, а также продолжением или интенсификацией игровой деятельности несмотря на появление нежелательных последствий [4]. В 2018 г. игровое расстройство было добавлено в международную классификацию болезней (МКБ-11). МКБ-11 должна будет вступить в силу с 2022 г.

* © Степанов Д.И., 2019

Тема компьютерной игровой зависимости слабо затронута в российской науке. Ее изучением занималось не так много человек, но можно выделить Ван Шилу – кандидата психологических наук и Жукову М. В. – кандидата педагогических наук. Зарубежных ученых, изучавших компьютерную игровую зависимость, намного больше. Это такие люди, как Netta Weinstein – доктор философии, Susan Greenfield – доктор философских наук, Christopher Ferguson – доктор философии, Richard T. A. Wood – доктор философии, Mark D. Griffiths – дипломированный психолог, Antonius J. van Rooij – доктор философии.

Ван Шилу в своих работах нашел позитивное влияние компьютерных игр на человека, а также механизмы, с помощью которых компьютерные игры помогают человеку улучшать свое психическое здоровье [5]. Netta Weinstein вместе с еще рядом ученых провела исследования, которые подтверждают выводы, сделанные Ван Шилу. Она заявляет, что увлеченность компьютерными играми напрямую зависит от удовлетворенности своей жизнью и ее нельзя называть зависимостью [6]. Richard T. A. Wood проводил исследования, которые доказывали, что выводы о компьютерной игровой зависимости в основном сделаны на основе огромного множества провокационных статей в средствах массовой информации, а не на основе научных фактов [7].

Жукова М. В. занималась описанием компьютерной игровой зависимости, симптомами, способами диагностики аддикции и путями лечения людей, подверженных данной зависимости [8]. Susan Greenfield считала, что компьютерные игры вызывают слабоумие, так как они оказывают сильное воздействие на нервную систему. Mark D. Griffiths и Antonius J. van Rooij стремились в своих работах вывести общие международные критерии определения компьютерной игровой зависимости, а также критиковали критерии, выведенные теми учеными, которые не опирались на научные факты при их формировании [9].

Мы решили провести исследование о влиянии времени, проведенном за компьютерными играми, на успеваемость студентов СФУ. Была выдвинута гипотеза, что время, проведенное за компьютерными играми, ухудшает успеваемость студентов. Испытуемым был представлен опросник. Первый вопрос: сколько часов в неделю вы играете в компьютерные игры? Второй вопрос: как вы закрыли последнюю сессию?

Было опрошено 63 человека, все они являются студентами ИППС. Испытуемые учатся на 1–4 курсах бакалавриата и на 1–2 курсах магистратуры. Возраст испытуемых – от 17 до 29 лет.

Ответом на первый вопрос было количество часов, проведенное за компьютерными играми в неделю. Полученные ответы вошли в интервал от 0 ч в неделю до 120 ч в неделю.

На второй вопрос 24 человека ответило «на пятерки», 11 человек ответили «больше пятерок, чем четверок», 9 человек ответили «на четверки», 4 человека ответили «больше четверок, чем троек», 6 человек ответили «на тройки» и 4 человека ответили «не закрыл(а)».

С помощью программы STATISTICA 10 был проведен статистический анализ полученных данных. Мы убрали трех испытуемых, которые дали лож-

ные данные. Они утверждали, что их время, проведенное в компьютерных играх, превышало 168 ч в неделю. На самом деле в неделе всего 168 ч.

Во время анализа полученных результатов было доказано влияние времени, проведенного за компьютерными играми, на успеваемость студентов в общем случае (рисунок).

		Ранговый ДА Краскела-Уоллиса: Время (Игровая завис.) Груп. (независ.) переменная: Оценки Кр.Краскела-Уоллиса: H (5, N= 60) =15,72074 p =,0077			
Зависим.: Время	Код	Допуст N	Сумма Рангов	Среднее Ранг	
На тройки	101	6	242,0000	40,33333	
Больше четверок чем троек	102	4	126,0000	31,50000	
На отлично	103	24	891,5000	37,14583	
На четверки	104	9	191,0000	21,22222	
Не закрыл(а)	105	6	201,0000	33,50000	
Больше пятерок чем четверок	106	11	178,5000	16,22727	

Рис. Таблица данных после применения критерия Краскела-Уоллиса, общий случай

В ходе проверки частных случаев были обнаружены следующие различия: учащиеся на тройки в среднем играют 43 ч в неделю, учащиеся, у которых пятерок больше, чем четверок – на 42 ч меньше. Учащиеся на пятерки играют 20,5 ч, а учащиеся на четверки – на 18,5 ч меньше, а те, у кого пятерок больше, чем четверок – еще на 1 ч меньше.

Из результатов исследования получилось, что больше всего времени за компьютерными играми проводят троечники и отличники, что не дает однозначного подтверждения нашей гипотезы. Можно сделать вывод, что увлеченность компьютерными играми не является ключевым фактором, влияющим на успеваемость студентов. На наш взгляд, у данной проблемы есть другие причины, а компьютерные игры являются лишь тем, чем занимаются неуспевающие студенты вместо учебы.

Список литературы

1. Лейбин В. М. Словарь-справочник по психоанализу. М. : АСТ Москва, 2010. 960 с.
2. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М. : Изд-во «ИКАР», 2009. 448 с.
3. Кордуэлл М. Психология. А-Я. Словарь-справочник. М. : ФАИР-ПРЕСС, 2000. 448 с.
4. ВОЗ. Игровое расстройство // www.who.int: Всемирная организация здравоохранения 2019. URL: <https://www.who.int/features/qa/gaming-disorder/ru> (дата обращения 27.03.2019).
5. Шилу В. Интернет-зависимость у участников компьютерных игр : автореф. ... дис. канд. психол. наук. М., 2013. 33 с.
6. Weinstein N. A prospective study of the motivational and health dynamics of Internet Gaming Disorder. PeerJ 5:e3838. 2017. URL: <https://doi.org/10.7717/peerj.3838>.

7. Wood T. A. R. Problems with the Concept of Video Game “Addiction”: Some Case Study Examples // International Journal of Mental Health and Addiction. 2008. № 6. Pp. 169–178.

8. Жукова М. В. Компьютерная зависимость как один из видов аддиктивной реализации // Вестн. ЧГПУ. 2013. № 11. С. 120–129.

9. Griffiths M. D. Working towards an international consensus on criteria for assessing internet gaming disorder: a critical commentary on Petry et al. // Addiction. 2016. № 111. Pp. 167–175.

РАЗВИТИЕ СОЦИАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТУДЕНТОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ Е-ПОРТФОЛИО

В.В. Трофимова*

Научный руководитель О.Г. Смолянинова
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Потребность общества в подготовке профессионалов с высоким уровнем творческой инициативы, мобильности, конкурентоспособности, ответственности за принятые решения и результаты собственной деятельности продиктована постоянно изменяющимися условиями жизни человека. Решению профессиональных и жизненных проблем будет способствовать готовность к таковым действиям, которая проявляется в развитых профессиональной и социальной компетенциях.

Социальные компетенции являются основным функциональным инструментом эффективной деятельности, важнейшей для установления социальных контактов, понимания сущности межличностного взаимодействия и т. д.

Развитие социальных компетенций студента в образовательной среде соотносится, с одной стороны, с глобальной целью образовательной системы – развитием личности обучающего, его интеллектуальных, эмоционально-волевых и таких личностных качеств, как целенаправленность, ответственность, гуманность и др.

Социальные компетенции характеризуется многофункциональностью, непрерывностью, междисциплинарностью, требуют значительного интеллектуального развития, достаточной саморефлексии, умения определять собственную позицию, адекватную самооценку, высокий уровень критического мышления. Назначением системы образования становится развитие умения построить свою жизнь на основе полученных знаний, которые превращаются из цели в средство, данные умения характеризуют наличие достаточного уровня развития социальных компетенций выпускников вуза.

В ряде работ (Е. М. Бабосов, Б. М. Бим-Бад, В. Г. Бочарова, В. М. Бочаров, Б. З. Вульф, И. А. Зимняя и др.) авторы делают акцент на необходимости усиления внимания к формированию социальных компетенций, поскольку они представляют собой обобщенное качество личности, способствующее успешному выполнению ею определенных социальных ролей. По мнению И. А. Зимней, социальные компетенции являются ключевыми, так как обеспечивают нормальную жизнедеятельность человека в социуме и являются целостным результатом профессионального образования [1].

Действенной формой мониторинга достижений студентов исследователи считают портфолио (О. Г. Смолянинова, Т. Г. Новикова, С. И. Никитина,

* © Трофимова В.В., 2019

М. А. Пинская, А. С. Тазутдинова) [2, 3]. Однако анализ исследований, посвященных использованию портфолио в системе подготовки студента к будущей профессиональной деятельности, показывает, что его создание и использование не рассматривается как средство развития социальных компетенций молодого специалиста, в то время как полное и целенаправленно выстроенное портфолио служит основой для составления резюме выпускника при поиске работы, продолжении образования и определяет его конкурентоспособность [4, 5].

По мнению О. Г. Смоляниновой, «для успешного развития системы профессионального педагогического образования необходимо внедрение эффективных педагогических технологий, ориентирующих студентов на самостоятельную постановку целей обучения, выстраиванию индивидуальной образовательной траектории, рефлексии, планирование профессиональной карьеры, готовность к постоянному обучению. Возникает необходимость использования новых технологий комплексного оценивания результатов учебных, научных, общественных и других видов достижений студентов, когда оценивание осуществляется не ради оценки, а направлено на внутреннюю мотивацию студентов в демонстрации образовательных результатов. Наиболее эффективной является технология е-портфолио. Планомерное использование данной технологии на всех ступенях профессионального педагогического образования позволит вывести процесс подготовки студента на качественно новый уровень, реализует возможность модернизации системы оценивания их достижений» [6].

В настоящее время портфолио представляет собой нечто большее, чем просто альтернативный способ оценки или собрание работ. Вокруг него и в связи с ним может быть выстроен такой учебный процесс, который позволяет развивать требуемые современным обществом компетенции, в том числе социальные.

Анализ теоретических источников и практики работы педагогических вузов выявил дефициты: отсутствие целостного, основанного на современных подходах, представления о системе развития социальных компетенций студента вуза с учетом современных реалий, не разработанные методологические, организационные, педагогические базы условий реализации электронного портфолио с целью развития социальных компетенций студента.

Поиск путей разрешения данных дефицитов составил проблему исследования: каковы пути и условия развития социальных компетенций студента в образовательном процессе федерального университета. Проблема определила тему исследования: «Развитие социальных компетенций у студентов федерального университета с использованием е-портфолио».

Цель исследования: разработать систему/модель развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе федерального университета с использованием е-портфолио.

Объект исследования: развитие социальных компетенций студентов в образовательном процессе федерального университета.

Предмет: электронный портфолио студентов как технология развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе федерального университета.

Гипотеза: развитие социальных компетенций студента будет эффективным (целесообразным), если:

- обобщены Российский и мировой опыты развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе университета;

- теоретически обоснованы и разработаны методологическая, организационная, методическая базы использования электронного портфолио в образовательном процессе;

- разработана и апробирована модель развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе федерального университета с использованием е-портфолио;

- разработаны организационные педагогические условия реализации модели и развития социальных компетенций для студента в образовательном процессе;

- разработана система, учитывающая оценку и планирование достижений в электронном портфолио развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе;

- развитие социальных компетенций студентов в образовательном процессе будет проходить комплексно.

Для проверки гипотезы необходимо решить следующие задачи:

- определить теоретические аспекты развития социальных компетенций в рамках компетентностного подхода;

- определить теоретические основы разработки и внедрения е-портфолио в образовательный процесс вуза;

- обосновать и разработать структуру электронного портфолио, способствующего развитию социальных компетенций студентов;

- разработать систему (модель) развития социальных компетенций студентов в образовательном процессе университета, учитывающую развитие навыков оценки и планирования достижений в электронном портфолио;

- провести апробацию разработанной модели развития социальных компетенций студента с использованием технологии электронного портфолио.

Исследование будет проводиться на базе ИППС СФУ, в эксперименте примут участие бакалавры направления «Педагогическое образование».

В рамках исследования планируется доказать следующие положения.

1. Развитие социальных компетенций студентов федерального университета определяется как педагогический процесс, обеспечивающий развитие совокупности компетенций, определяющих целеполагание, рефлексивные возможности, оценивание и самооценивание, раскрывающиеся в самой сущности социальных компетенций, посредством е-портфолио на протяжении учебного процесса.

2. Вовлеченность студентов в процесс самостоятельного исследования по разрешению проблем, имеющих личностно значимый смысл, включающий

личностное целеполагание, рефлексивную, оценочную и самооценочную деятельность способствует результативности развития социальных компетенций студентов вуза.

3. Эффективным, рефлексивно-оценочным средством всех элементов структуры социальных компетенций (ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный и рефлексивно-оценочный) студентов вуза выступает персональный е-портфолио студента.

Для решения поставленных задач планируется комплекс теоретических и эмпирических методов исследования, конструирование педагогических условий, способствующих развитию социальных компетенций. Обязательным условием для формирования новой культуры оценивания для студента должны стать: осознание студентом критериев отбора артефактов для оценивания; понимание критериев оценки личных результатов; участие самих студентов в разработке индивидуальной траектории обучения; свобода в отражении личностных качеств обучаемого.

Список литературы

1. Зимняя И. А., Лаптева М. Д., Морозова Н. А. Социальные компетентности в контексте государственных образовательных стандартов и проекта TUNING // Высшее образование сегодня. 2007. № 11. С. 22–27.

2. Смолянинова О. Г. Технология электронного портфолио в образовании: российский и зарубежный опыт : монография. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. 332 с.

3. Смолянинова О. Г., Достовалова Е. В., Лукьянова О. А. Современные информационные технологии образования. Электронный портфолио : учеб. пособие. Красноярск: ИПК СФУ, 2009. 134 с.

4. Никитина С. И. Портфолио по информатике // Информатика и образование. 2008. № 6. С. 29–34.

5. Новикова Т. Г., Пинская М. А., Прутченков А. С., Федотова Е. Е. Использование портфолио учащегося в предпрофильной подготовке и профильном обучении : метод. пособие. М., 2008. 114 с.

6. Е-портфолио в личностном и профессиональном развитии : учеб.-метод. пособие / О. Г. Смолянинова, Е. А. Безызвестных. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. 96 с.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЗОВАНИЯ: ОНЛАЙН-МЕДИАЦИЯ

В.В. Трунова, Ю.В. Попова*

Научный руководитель О.Г. Смолянинова
доктор педагогических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Образовательная среда – это территория перманентных конфликтов, возникающих как среди обучающихся, так и с участием других субъектов образования: педагогов, административного персонала, родителей. Передовым психолого-педагогическим методом разрешения конфликтов (как в правовой сфере, так и в образовании) является медиация. Согласно Федеральному закону № 193-ФЗ «Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации)» под медиацией понимается способ урегулирования споров при содействии медиатора на основе добровольного согласия сторон в целях достижения ими взаимоприемлемого решения. Распоряжением Правительства РФ № 1916-р от 15.10.2012 должны быть организованы службы школьной медиации, состоящие из работников образовательной организации, учащихся и их родителей, прошедших необходимую подготовку и обучение.

Необходимость служб медиации в образовании в первую очередь связана с проблемой неизбежных конфликтов в молодежной среде. Их причинами служат различные факторы, например: социальное неравенство; разные ценности; недостаточный опыт в решении конфликтов; желание самоутвердиться и др. [1]. Наиболее распространенным средством разрешения конфликта является личный разговор между сторонами, без вмешательства независимого лица – медиатора. Мы убеждены, что данная позиция связана с тем, что медиация как средство решения конфликтов не пользуется спросом в современном обществе из-за недостаточной информированности о ее преимуществах.

В связи с повсеместной информатизацией и компьютеризацией онлайн-технологии могут применяться к различным областям жизни современного человека, в том числе и в медиации конфликтов. Онлайн-разрешение споров (ОРС) включает широкий спектр информационно-коммуникационных технологий – от простого чата до видеоконференций и смарт-систем, обрабатывающих запросы математическим методом.

Онлайн-технологии в медиации имеют следующие особенности:

- 1) программное обеспечение и технические средства связи выполняют часть функций нейтрального посредника (медиатора) и способствуют достижению соглашения сторонами спора;
- 2) настроенные коммуникационные каналы используются для информационной поддержки медиаторов, обмена опытом и распространения лучших практик медиации;

* © Трунова В.В., Попова Ю.В., 2019

3) цифровые ресурсы используются специалистами в области медиации для повышения квалификации, развития умений и навыков.

Онлайн-сервисы, приложения, е-курсы, электронные платформы, веб-сайты служб медиации создают информационное поле, реализуя информационную функцию для широкого круга пользователей. Платформа онлайн-медиации может быть представлена в виде веб-сайта или мобильного приложения для автоматизации следующих действий:

- сортировка жалоб;
- предоставление информации на доступном языке;
- предотвращение эскалации конфликта между сторонами;
- проведение переговоров по заложенной структуре;
- предложение решения, которое устроит обе стороны [2].

Для определения уровня информированности молодежи о медиации и онлайн-сервисах, используемых для разрешения конфликтов, мы провели опрос среди обучающихся Института педагогики, психологии и социологии Сибирского федерального университета. В нем приняло участие 111 человек от 18 до 22 лет, обучающихся по направлению подготовки «Педагогическое образование» профиль «Тьютор» уровня бакалавриата. В результате проведенного исследования выяснилось, что молодежь имеет небольшие знания в сфере медиации – более половины опрошенных (52 %) не знакомы с данным термином.

Студенты признают необходимость присутствия медиатора для разрешения споров в образовательной среде, хотя большая часть (55 %) решают конфликты традиционным способом без привлечения третьей нейтральной стороны. Результаты опроса представлены на рис. 1.

2. Нуждались ли вы в медиаторе (третье нейтральное, независимое лицо, помогающее сторонам разрешить имеющийся конфликт, спор) при урегулировании споров?

111 ответов

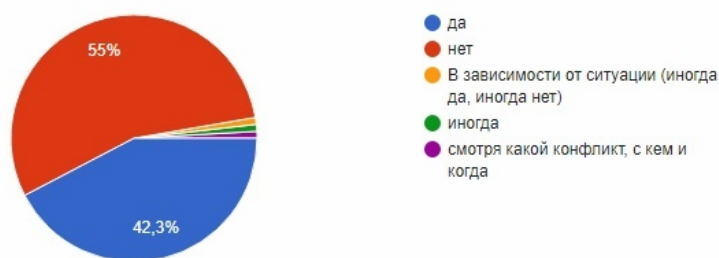


Рис. 1. Распределение ответов на вопрос «Нуждались ли вы в медиаторе при урегулировании споров?»

На вопрос анкеты «Считаете ли вы, что медиация может помочь при решении споров в образовании?» 78 % обучающихся дали положительный ответ. Это говорит о высокой востребованности технологий разрешения конфликтов в

такой разнородной среде, как образовательная; 20 % опрошенных ответили, что медиация не является результативным средством альтернативного разрешения споров, а менее 2 % затруднились с ответом.

Будущие педагоги-тьюторы не информированы о существующих онлайн-сервисах и программах, используемых для разрешения конфликтов онлайн. Ответы на вопрос распределились следующим образом: 96 % не знают и только 4 % опрошенных смогли ответить положительно и назвать эти программы и сервисы:

- 1) мессенджеры с функцией видеоконференции (Skype и др.);
- 2) видеоконференции, Skype;
- 3) техническая поддержка на сайтах и т. д.

Большинство респондентов считают, что медиация может быть полезной при разрешении конфликтов в образовании, но выбирают традиционные методы разрешения конфликта без участия третьего независимого лица или технологий онлайн-медиации. Результаты опроса будущих педагогов-тьюторов представлены на рис. 2.

5. Выберите вариант решения конфликта, который кажется вам наиболее эффективным:

111 ответов



Рис. 2. Распределение ответов на вопрос анкеты

На вопрос «Считаете ли вы, что имеете недостаточно знаний об онлайн-медиации?» положительный ответ дали 78 % опрошенных. Это говорит о высоком спросе на образовательные курсы о медиации и применении ИКТ для урегулирования споров в сфере образования. Курсы могут быть включены в учебный план подготовки будущих педагогов или проводиться в форме факультативов и курсов дополнительного образования и повышения квалификации.

В связи с большей востребованностью традиционных методов разрешения споров (обращения в органы опеки и попечительства, прокуратуру, суд), медиативные практики недостаточно широко развиты в России. Онлайн-медиация находится на этапе становления, так как и судебная, и школьная медиация – довольно новые методы альтернативного разрешения споров для нашей страны. Однако цифровое пространство развивается в России общемиро-

выми темпами, следовательно, у онлайн-медиации в образовании видятся значительные перспективы развития.

Список литературы

1. Бондаренко А. О., Кудинова А. И., Петрова Н. П. Конфликты в молодежной среде [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/konflikty-v-molodezhnoy-srede>.

2. Попова Ю. В. Онлайн-медиация: российский и зарубежный опыт // Информатизация образования и методика электронного обучения : материалы II Международной научной конференции. Красноярск, 2018. С. 220–224.

3. Об альтернативной процедуре урегулирования споров с участием посредника (процедуре медиации) : федер. закон от 27.06.2010 № 193-ФЗ [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_103038.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПОРТФОЛИО КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ПЕДАГОГОВ-ТьюТОРОВ

Р.В. Устинова*

Научный руководитель Е.А. Безызвестных
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Изменение социально-экономических условий жизни современного общества, обновление системы образования требуют подготовки высококвалифицированных кадров, готовых теоретически и практически решать профессиональные задачи, умеющих создавать, применять и корректировать систему профессиональной деятельности. Основным результатом деятельности вузов становится подготовка конкурентоспособных выпускников, освоивших набор ключевых компетенций в различных сферах [1]: коммуникативной, ИКТ-компетентностью, проектной, социальной и других.

Процесс развития образования требует от педагогов высокого уровня профессионализма и социальной развитости личности. Сегодня педагог-тьютор должен обладать рядом компетентностей, которые обеспечат личностное и профессиональное развитие в течение всей жизни. Особенность педагогической профессии в том, что она предполагает собой работу в системе «человек – человек». Педагог управляет процессом интеллектуального, эмоционального и физического развития обучающихся, формирования их духовного мира.

Одной из ключевых компетентностей будущего педагога-тьютора является социальная компетентность, характеризующая уровень его взаимодействия с обществом, социумом и другими людьми [2]. Социальная компетентность – устойчивая, основанная на специфике мыслительных процессов, эмоционального реагирования и социального опыта способность понимать самого себя, других людей, прогнозировать межличностные события [3].

Все более актуальным становится использование электронного портфолио как одного из средств развития социальной компетентности студентов в электронной информационно-образовательной среде вуза [5]. Для будущих педагогов-тьюторов развитие социальной компетентности средствами электронного портфолио становится наиболее значимым в реализации тьюторского сопровождения.

Структура социальной компетентности включает три компонента:

- 1) компонент, связанный с целеполаганием: способность брать на себя ответственность, участвовать в принятии решений, ставить цель и планировать результат, анализировать и корректировать;
- 2) компонент, связанный с ориентацией на другого (желание делиться чувствами и интересоваться чувствами другого);

* © Устинова Р.В., 2019

3) компонент, связанный с социальной мобильностью и активностью человека [2].

Одной из задач современного высшего образования является воспитание активной, социально зрелой личности. В традиционной российской системе высшего образования процесс обучения в вузе предусматривает две взаимосвязанные составляющие: учебно-воспитательный процесс и внеучебная деятельность. По мнению исследователей, именно внеучебная деятельность более эффективна в процессе освоения социальных компетенций, так как процесс освоения компетенций происходит одновременно с их применением [4].

Структура внеучебной работы российских вузов состоит в основном из четырех направлений (об этом указывается в исследовании Н. Н. Богдан и Г. В. Касьяненко [4]): научная деятельность, спорт, творчество, общественная деятельность.

Для лучшей результативности развития рассматриваемой компетентности тьюторское сопровождение должно строиться так, чтобы были охвачены все или большинство структурных компонентов. Анализ видов направлений внеучебной работы вузов дал нам понять, что наиболее подходящим видом деятельности для развития компонентов социальной компетентности является именно общественная деятельность.

Особенность общественной деятельности в том, что она развивает коммуникативные умения, умение влиять на людей, понимать их желания, управлять ими, умение адаптироваться к той жизни, которая его окружает. В результате многолетних наблюдений исследователей было выявлено, что студенты, занимающиеся общественной деятельностью, смогли совершенствовать коммуникативные навыки, преодолеть комплексы и умения разрешать конфликтные ситуации и в целом найти свое место в обществе [4]. Из этого можем прийти к тому, что общественная деятельность более эффективно развивает у студентов социальную компетентность.

Электронный портфолио позволяет будущим педагогам-тьюторам эффективно взаимодействовать в электронной информационно-образовательной среде с различными участниками образовательного процесса. Обучающиеся осуществляют оценивание и взаимооценивание образовательных продуктов, групповых проектов, индивидуальных достижений, образовательных результатов и достижений средствами е-портфолио. Е-портфолио будущего педагога-тьютора является одной из составляющих его цифровой идентичности, обеспечивает эффективную социальную адаптацию в социокультурную среду вуза.

На базе Института педагогики, психологии и социологии СФУ была проведена психолого-педагогическая диагностика социальной компетентности будущих педагогов-тьюторов 1-го курса с помощью валидизированных методик. Результаты исследования показали, что у будущих педагогов-тьюторов средний уровень развития социальной компетентности, что подтверждает необходимость повышения уровня ее сформированности.

Таким образом, в программу тьюторского сопровождения будущих педагогов-тьюторов необходимо включать использование и развитие индивидуаль-

ного е-портфолио, социально ориентированные мероприятия, участие в которых позволяет повышать уровень социальной компетентности будущих педагогов-тьюторов («Красноярский экономический форум», «Бизнес24», «Енисей, Хорека и Экспоклининг», научно-практическая конференция «Практики развития» и др.). Кроме того, дополнительно к данным мероприятиям тьютор составляет ресурсную карту, в которой должны быть ресурсы, способствующие пониманию сущности современного социума, развитию представления возможных педагогических ситуаций.

Список литературы

1. Каримова Л. Ш. Формирование социальной компетенции будущих педагогов-психологов : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01. Казань, 2010. 235 с.
2. Пушкарева Т. Г., Трифонова Ю. А. Содержание, структура социальной компетентности и ее диагностика [Электронный ресурс] // Гуманитарные научные исследования. URL: <http://human.snauka.ru/2012/11/1903>.
3. Даукша Л. М., Чекель Л. В. Педагогическая психология : учебно-метод. комплекс / Учреждение образования «Гродненский гос. ун-т им. Я. Купалы». Гродно: ГрГУ, 2008. 471 с.
4. Богдан Н. Н., Касьяненко Г. В. Формирование социальной компетентности студентов во внеучебной деятельности как фактор будущей профессиональной успешности // Университетское управление: практика и анализ. 2012. № 5. С. 106–112.
5. Смолянинова О.Г., Иманова О.А., Безызвестных Е.А. Практики использования дистанционных образовательных технологий при подготовке будущих педагогов-тьюторов: опыт Сибирского федерального университета // Информатика и образование. 2018. № 2 (291). С. 3–8.

**Экономико-управленческие аспекты
развития предпринимательства
в сфере услуг**

РЕЗУЛЬТАТ ТРУДА КАК ОСНОВНОЙ КОМПОНЕНТ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

К.М. Арутюнян*

Научный руководитель Л.И. Подачаина
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В современной экономической литературе все чаще встречается понятие «результат труда», при этом оно в основном используется наравне с такими категориями, как производительность и эффективность, выступая в то же время как синонимичные и дублирующие друг друга определения.

Трудовая деятельность – широкое понятие, обобщающее разные виды труда, состоящие из разных трудовых процессов. В свою очередь, трудовой процесс выступает как своеобразная единица трудовой деятельности, в структуре которого четко, в логической зависимости представлены все компоненты трудовой деятельности, следующие друг за другом.



Результат труда как главный компонент трудовой деятельности в узком смысле слова представляет собой конечный итог, то состояние, в котором потребность полностью или частично удовлетворяется. Данное понятие выступает как овеществленная цель труда, наглядная мера затраты трудовых усилий человека. Следует отметить, что результатом деятельности может быть и сам человек, поскольку в ходе деятельности он развивается и меняется.

Занимаясь изучением литературы по исследуемой теме, сталкиваешься с такой проблемой, что современная экономическая теория не позволяет точно определить понятие результата труда в широком смысле слова, а ведь без тако-

* © Арутюнян К.М., 2019

го определения невозможно дать классификацию основным результатам труда, как и сопоставить результаты труда живого и затраты результатов прошлого труда (то есть дать оценку экономической эффективности). Несмотря на это, само определение понятия «результат труда» достаточно очевидно и подлежит следующей трактовке: это – все происходящие изменения в организации и окружающей среде, которые являются следствием её труда. Все результаты труда могут рассматриваться как:

- 1) материальные блага – такие результаты труда, о потребительских свойствах которых человек знает и использует их;
- 2) отходы – результаты труда, о потребительских свойствах которых человек знает, но не может их использовать;
- 3) неосознанные человеком результаты его труда.

Главная проблема на современном этапе развития – изменение сущности определения эффективности, подразумевая под этим трансформацию социально-экономической категории с учетом реалий современности. Данные рассуждения позволяют сформировать концептуальное определение результативности труда как социально-экономической категории, отражающая результат взаимодействия производительных сил и производственных отношений общества, которая характеризуется степенью социальной ответственности бизнеса, а также уровнем эффективности труда. В соответствии с новым подходом под производительностью труда понимают его экономическую эффективность (то есть отношение реализованного на рынке результата труда в денежных единицах к оплаченной по рыночным ценам трудоемкости производства этого результата), а под эффективностью труда – его результативность (то есть величину удовлетворенности результатами труда всех заинтересованных сторон на всех стадиях жизненного цикла как самого труда, так и его результата).

Повышение эффективности труда будет обеспечивать повышение качества труда и качества жизни работников. При этом растет удовлетворенность работников результатами труда, а значит, мотивация на дальнейший рост качества труда увеличивается. Вследствие этого потребители смогут приобретать и получать более качественную продукцию или услугу, что, в свою очередь, обеспечит рост доходов предприятия, направляемых на дальнейшее улучшение качества жизни персонала, условий труда, повышение заработной платы, увеличение дивидендов для своих акционеров и отчислений в налоговые органы и фонды. Поэтому эффективность труда обеспечивает высокий уровень удовлетворенности результатами труда всех заинтересованных сторон, внося свой вклад в повышение качества жизни всего общества.

Список литературы

1. Арутюнян К. М., Подачина Л. И. Теоретические аспекты формирования культуры труда как фактора роста его результативности // Теория и практика коммерческой деятельности : материалы XVIII Всерос. науч.-практ. конф. с межд. уч. / Сибирский федеральный университет ; отв. ред. О. В. Рубан. Красноярск, 2018. С. 133–136.

2. Арутюнян К. М., Подача Л. И. Условия формирования культуры труда, как фактора, оказывающего влияние на уровень и качество жизни населения // Стратегия предприятия в контексте повышения его конкурентоспособности : сб. науч. ст. / ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского» ; сост. Л. И. Донец. Донецк : ФЛП Кириенко С. Г., 2018. Вып. 7. С. 178–182.

ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ПОДХОД К ВЫЯВЛЕНИЮ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

Е.А. Ершова*

Научный руководитель О.Н. Есина
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Понятие фактора производства всегда применялось и применяется для разработки научных концепций. При создании определенных товаров и услуг необходимо участие факторов производства, степень их участия различна. От использования факторов производства зависят количество и качество продукции, а также её стоимость и в конечном итоге доход, получаемый предприятием [1].

В настоящее время интерес к разработке проблемы факторов производства еще более усиливается. Ведь теперь уже не поиск наиболее привлекательных рынков, а поиск наиболее рациональной комбинации применяемых факторов производства становится главной целью предпринимательского успеха.

Динамичное изменение экономики влечет за собой изменение в содержании, наполненности, значении факторов производства и приоритетности между ними.

Целью работы является обзор научных подходов к выделению факторов производства, их дополнение и уточнение в связи с инновационным развитием экономики.

Достижение поставленной цели предусматривает решение ряда задач: изучение подходов к понятию «фактор производства»; рассмотрение эволюции состава и приоритетности факторов производства и их структурирование в действующих условиях; дополнение термина «фактор производства» в соответствие со спецификой современной экономики.

Существуют разные трактовки термина «фактор производства» (табл. 1).

Состав и приоритетность факторов производства с развитием экономической мысли изменялось. Так, А. Смит, Д. Рикардо и Ж.-Б. Сэй выделяли такие факторы производства, как земля, труд и капитал. К. Маркс дополнил классификацию факторов производства наукой. Дж. Б. Кларк и А. Маршалл дополнительно выделили фактор «предпринимательство». Е. А. Минаева, помимо вышесказанных факторов, выделила «информацию». Т. А. Кизлик, помимо уже четырех упомянутых основных факторов, выделяет «время». Н. Н. Столярчук выделил ещё один фактор производства – «инновация».

Рассматривая приоритетность факторов, выяснили, что А. Смит, Д. Рикардо и К. Маркс выделяли основным фактором «труд». Дж. Б. Кларк в приоритет ставил фактор «капитал». Ж.-Б. Сэй считал, что факторы равнозначны. А. Маршалл выделял «организацию» как основной фактор. Е. А. Минаева при-

* © Ершова Е.А., 2019

оритетным считает фактор «информация». Т. А. Кизлик выделяет «время», а Н. Н. Столярчук в приоритет ставит фактор «инновация».

Таблица 1

**Основные подходы к понятию «Фактор производства»
в различные периоды времени (сост. по [2–5])**

Автор	Трактовка
А. Смит	это экономические ресурсы, необходимые для производства товаров и услуг
К. Маркс	это рабочая сила (труд рабочего класса), предмет труда (природное вещество и сырье) и средства труда (естественные условия труда и техника)
Дж. Б. Кларк	это хозяйственные блага, ценность которых определяется их предельной полезностью
Сычев Н. В.	это уже реально вовлеченные в процесс производства ресурсы, обладающие возможностями удовлетворять потребности людей

Рассмотрим трактовки каждого фактора производства у различных авторов (табл. 2).

Таблица 2

Трактовка факторов производства у различных авторов (сост. по [2–4, 6–10])

Фактор	Автор	Трактовка
Земля	А. Смит, Д. Рикардо, Ж.-Б. Сэй, Дж. Б. Кларк	все природные ресурсы (водные, лесные, грунтовые ресурсы, а также природные ископаемые)
	К. Маркс	первичные предметы труда, которые впервые подвергаются производственной обработке
	А. Маршалл	вещества и силы природы, представляющей их в помощь человеку в виде земли, воды, воздуха, света и тепла
Труд	А. Смит, Д. Рикардо, Ж.-Б. Сэй, Дж. Б. Кларк	является источником прироста богатства. Деление труда на производительный и непроизводительный
	К. Маркс	является функцией рабочей силы, реализованной способностью к труду и созданию новой стоимости
	А. Маршалл	экономическая работа человека, выполняемая либо руками, либо головой
Капитал	А. Смит, Д. Рикардо, Ж.-Б. Сэй, Дж. Б. Кларк	вещественное богатство, которое произведено человеком. К капиталу относятся все орудия производства и сырьё
	К. Маркс	определенное отношение между различными слоями общества, в особенности между наемными рабочими и капиталистами
	А. Маршалл	накопленный запас средств, необходимых для производства материальных благ и получения дохода. «Это основное ядро богатства, рассматриваемое как фактор производства, а не как источник удовлетворения»

Фактор	Автор	Трактовка
Предпринимательская способность	Ж.-Б. Сэй, Дж. Б. Кларк	объединяет основные три фактора производства во взаимосвязанную систему и позволяет получать предпринимательский доход
	А. Маршалл	условие стабильности экономической системы, с ней неразрывно связано многообразие функций управления производством
Наука	К. Маркс	социальная норма, обеспечивающая общество объективно-истинным, систематизированным, теоретическим знанием, дающая субъекту научную картину природного, социального и субъектного мира
Инновация	Н. Н. Столярчук	изменение, происходящее вследствие использования новых или усовершенствованных решений технического, организационного характера в процессах производства, снабжения, сбыта продукции и т. п.
Информация	Е. А. Минаева	экономический ресурс, помогающий совершать операции более эффективно, дающий свободу действий ее потребителю и помогает правильно оценить их последствия
Время	Т. А. Кизлик	является ограниченным и невозпроизводимым ресурсом. Все процессы совершаются в пространстве и во времени. Если правильно научиться распоряжаться данным фактором, то это повлияет на улучшение жизни не только потребителей, но и производителей различных товаров и услуг

Рассмотрев различные факторы производства и их трактовки, приходим к выводу, что в рамках статьи будут рассматриваться все указанные факторы производства, за исключением науки. При этом под ними будет пониматься:

– земля – это природно-сырьевые ресурсы, которые используются в процессе производства;

– труд – это физические и умственные усилия человека, которые используются в процессе производства. Фактор производства «труд» связан с трудовыми ресурсами предприятия;

– капитал – это сумма таких благ, как материальные, денежные, которые используются в качестве ресурса в производстве и приносящие доход своему владельцу;

– предпринимательская способность – это деятельность предпринимателя, основанная на умении грамотно комбинировать остальные факторы производства с целью получения наибольшей прибыли;

– инновация – это новшество в виде нового или усовершенствованного продукта, внедрённое предпринимателем в деятельность предприятия с целью получения экономического, производственного, социального, экологического и иного результата;

– информация – это сведения, включающие в себя все сферы деятельности предприятия, которые используются предпринимателем с целью повышения его эффективности;

– время – это особый ресурс предприятия, который, безусловно, влияет на результат деятельности фирмы и может изменить его коренным образом в зависимости от того, как своевременно будет принято управленческое решение предпринимателем.

Все факторы взаимосвязаны, есть основные (базовые) факторы, определяющие экономические ресурсы для существования предприятия: земля, труд, капитал. Рынок и современные рыночные отношения диктуют нам необходимость внедрения дополнительных факторов, создающих условия для успешной деятельности предприятия, – информация, время и инновации. Обусловлено это тем, что в современных рыночных условиях без информации успешная деятельность предприятия невозможна. Своевременность принятия решения также влияет на результаты деятельности предприятия. В современной конкурентной среде эффективно функционировать предприятию позволяют инновации. Все упомянутые факторы объединяются предпринимателем.

На основании выделенной взаимосвязи факторов производства в современных условиях необходимо дополнить трактовку термина «фактор производства». Так, под фактором производства в рамках данной статьи и дальнейшего исследования будем понимать совокупность базовых (земля, труд, капитал) и динамических (инновации, информация, время) ресурсов, способных, во взаимосвязи, обеспечивать процесс производства блага (товара или услуги) с учетом предпринимательской способности субъектов рынка.

Список литературы

1. Веснин В. Р. Менеджмент факторов производства. М. : Юрист, 2010. 48 с.
2. Маркс К. Энгельс Ф. Капитал. 2-е изд. Т. 1. М. : Госполитиздат, 1955. 416 с.
3. Бектурганова К. А. Эволюция концепций факторов производства // Известия КГТУ (Им. И. Раззакова). 2018. № 32-2. С. 361–365.
4. Кларк Дж. Б. Распределение богатства. М. : Экономика, 1992. 447 с.
5. Сычев Н. В. Факторы производства: варианты интерпретации // Научные труды МИМ ЛИНК. 2010. № 26. С. 21–41.
6. Кизлик Т. А. Виды и анализ новых факторов производства в современных условиях // Вестник Алтайского ГАУ. 2016. № 2. С. 191–195.
7. Коварда В. В. Эволюция дефиниции «капитал» и состава факторов производства // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2013. № 3. С. 39–43.
8. Минаева Е. А. В новой экономике информация может быть фактором производства? // Мир новой экономики. 2012. № 1-2. С. 25–27.
9. Максимцов М. М. Менеджмент времени. М. : ЮНИТИ, 2013. 127 с.
10. Столярчук Н. Н. Инновации как один из основных факторов производства в АПК // Никоновские Чтения. 2016. № 21. С. 369–371.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

А.В. Пугачева*

Научный руководитель Е.В. Белоногова
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Общественное питание является одной из самых востребованных отраслей народного хозяйства. За последние несколько лет структура услуг общественного питания претерпела существенные изменения, что обусловлено экономической ситуацией в стране.

Несмотря на большое количество предприятий общественного питания различного уровня обслуживания, усиление конкуренции, рынок общественного питания в России и Красноярском крае в частности имеет стабильную динамику роста. В период с 2010 по 2018 г. в Красноярском крае происходит увеличение оборота общественного питания как в действующих, так и в сопоставимых ценах, что является положительным моментом.

За анализируемый период оборот общественного питания увеличился более чем на 15 % и составил в 2018 г. 26 486,8 млн руб.

Проведенный анализ динамики оборота общественного питания на душу населения показал, что в Красноярском крае исследуемый показатель за ряд лет увеличился в 1,9 раза, что является положительным моментом, за 2018 г. оборот общественного питания на душу населения составил 9,2 тыс. руб./чел. Однако, в 2015 г. мы видим его снижение на 100 руб./чел., что оценивается отрицательно.

Далее проанализируем динамику доли оборота общественного питания в формировании оборота розничной торговли за анализируемый период.

Доля оборота общественного питания в формировании оборота торговли за 2010–2018 гг. имеет тенденцию роста. Если в 2010 г. она составляла 3,59 %, то на 2018 г. она уже составила 4,92 %, занимая при этом наибольшую долю, а наименьшая приходилась на начало исследуемого периода (рис. 1). Данную динамику можно объяснить опережающими темпами роста оборота общественного питания над темпами роста оборота розничной торговли.

Отрицательное воздействие на развитие рынка общественного питания в период 2019–2020 гг. может оказать продовольственное эмбарго; ослабление курса рубля; снижение доходов населения; рост цен на продукты питания и алкоголь.

Выделим сильные стороны регионального рынка общественного питания на примере города Красноярска, которые должны быть задействованы для дальнейшего развития исследуемой отрасли (рис. 2).

* © Пугачева А.В., 2019

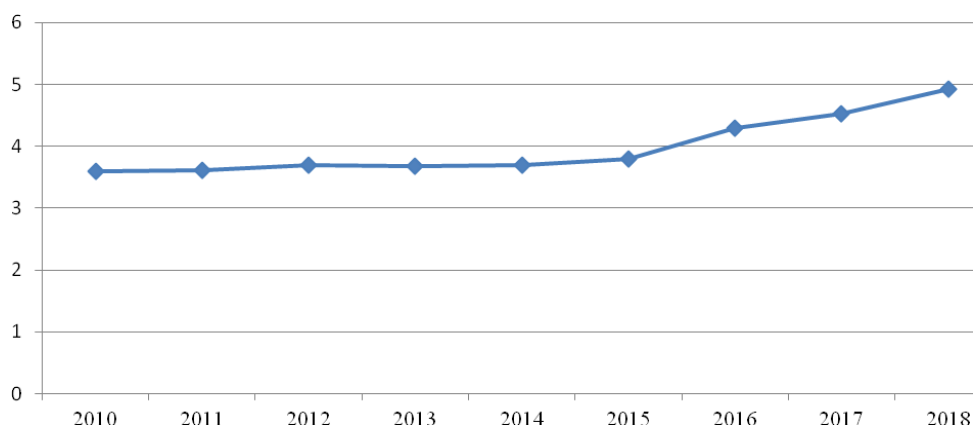


Рис. 1. Динамика доли оборота общественного питания в обороте розничной торговли Красноярского края в 2010–2018 гг., %

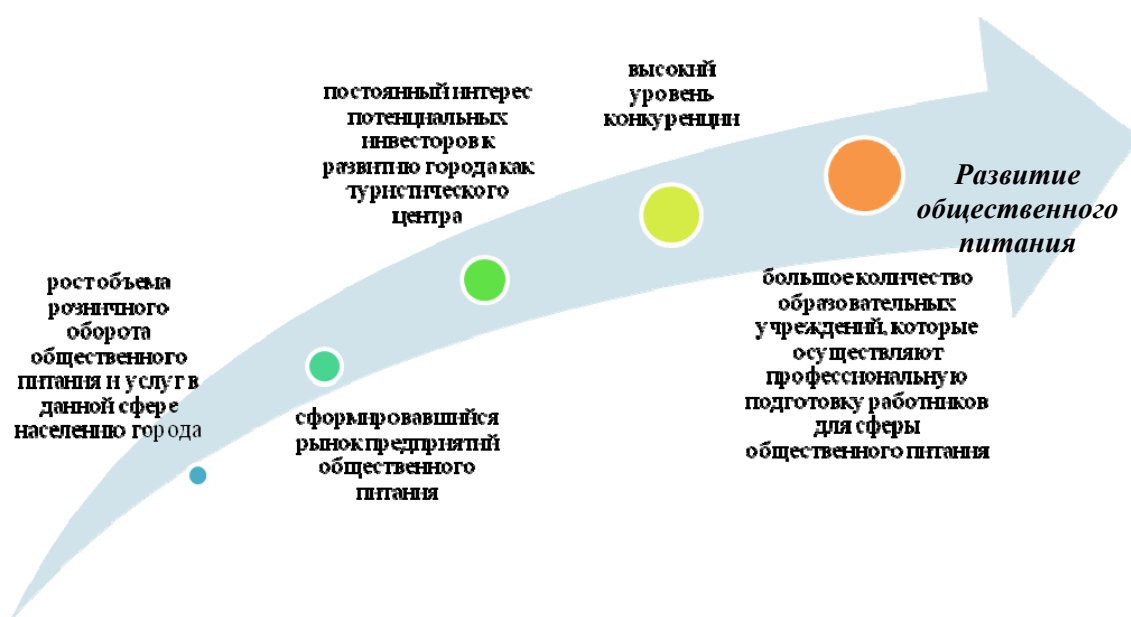


Рис. 2. Сильные стороны рынка общественного питания Красноярска

Проведенное исследование состояния общественного питания в России и Красноярском крае позволяет сформулировать следующие тенденции: происходит увеличение доли сетевых предприятий общественного питания, а именно фастфудов; одним из перспективных направлений в развитии общественного питания является франчайзинг.

Для дальнейшего развития предприятий общественного питания Красноярского края и города Красноярска в частности необходимо помнить, что рестораны, пабы, кафе – это элементы городской среды, которая постоянно должна находиться в движении, развитии и преобразовании. Уровень развития общественного питания, качество оказываемых услуг, разнообразная кухня, в свою очередь, могут стать показателем уровня развития города и региона в целом.

Список литературы

1. Ахмадеева О. А., Идрисова А. И. Тенденции развития рынка общественного питания в России // Молодой ученый. 2016. № 8. С. 483–486.
2. Батраева Э. А. Экономика предприятия общественного питания : учебник и практикум для академического бакалавриата по экономическим направлениям. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. 390 с.
3. Кулькушева А. А., Гребнев Г. Д. Анализ и перспективы развития рынка общественного питания в региональных условиях // Молодой ученый. 2016. № 27. С. 433–436.
4. Предпринимательство. Торговля и услуги. Розничная торговля [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики по Красноярскому краю. URL: <http://www.krasstat.gks.ru>.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

А.С. Редько*

Научный руководитель Е.В. Белоногова
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Развитие малого и среднего предпринимательства является одним из важнейших направлений для экономики России в целом и для экономики Красноярского края в частности, основой для развития конкурентной среды, повышения инвестиционной и инновационной активности хозяйствующих субъектов. Выдающийся экономист и один из главных теоретиков менеджмента XX в. Питер Друкер определяет предпринимательство как конкретную деятельность, содержанием которой является нововведение во всех сферах, в том числе и в управлении [1]. Из высказывания экономиста можно судить о степени важности предпринимательства для управления государством. С помощью предпринимательства возможно освоение новых перспективных производств, внедрение инноваций. Вместе с тем предпринимательская деятельность содействует развитию конкуренции, увеличению открытости национальной экономики, создает механизмы достижения устойчивого развития экономики страны [2].

Таким образом, предпринимательство – это процесс непрерывного поиска изменений в потребностях, спросе, удовлетворение выявленной потребности путем организации производства, сбыта, маркетинга, менеджмента, логистики, ориентированных на лучшие новации, приносящие максимум производительности на каждой стадии процесса воспроизводства [3]. Различают малое и среднее предпринимательство. Критерии отнесения предприятий к тому или иному типу прописаны в соответствующих нормативно-правовых актах.

В настоящее время в Российской Федерации насчитывают 85 субъектов, одним из которых является Красноярский край. Он считается одним из наиболее индустриально развитых регионов России, а также входит в десятку регионов, формирующих более пятидесяти процентов суммарного валового регионального продукта регионов России. В 2019 г. в Красноярском крае насчитывается 111 274 предприятий малого и среднего предпринимательства, в том числе индивидуальных предпринимателей.

Среди всех предприятий малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации данное количество предприятий занимает небольшую долю – 1,84 %. По сравнению с 2018 г. в крае наблюдается отрицательная тенденция: количество малых и средних предприятий снизилось на 9,5 % в относительном выражении, а в абсолютном выражении – на 11 626 единиц.

* © Редько А.С., 2019

Самыми динамичным годами в Красноярском крае и в Российской Федерации можно назвать 2017 и 2018 гг., где прирост предприятий составил соответственно +14,2 % и +20,6 %. А вот самым критичным в отношении количества предприятий как в Российской Федерации, так и в Красноярском крае следует считать 2016 г.: снижение малых и средних предприятий составило соответственно –5,5 % и –14,4 %. В табл. 1 приведены соответствующие расчеты, показывающие динамику изменения количества субъектов малого и среднего предпринимательства [4, 5].

Таблица 1

Количество субъектов малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации и Красноярском крае за 2014–2019 гг. (на начало года)

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Количество субъектов МСП в РФ, тыс. ед.	4886,0	5043,6	4764,5	4561,7	5500,0	6040,0
Абсолютное отклонение (ЦМ), тыс. ед.	×	157,6	–279,1	–202,8	938,3	540
Темп роста, %	100,0	103,2	94,5	95,7	120,6	109,8
Количество субъектов МСП в Красноярском крае, ед.	126150	124954	107000	122204	122900	111274
Абсолютное отклонение (ЦМ), ед.	×	–1196	–17954	+15204	+696	–11626
Темп роста (ЦМ), %	100,0	99,1	85,6	114,2	100,6	90,5
Доля МСП Красноярского края в РФ, %	2,58	2,48	2,25	2,68	2,23	1,84

В Красноярском крае активно развивается малое и среднее предпринимательство, поэтому со стороны властей необходимо регулирование данного вида деятельности. Оно проявляется через специальные программы и нормативно-правовые акты, такие как Закон Красноярского края от 4 декабря 2008 г. № 7-2528 «О развитии малого и среднего предпринимательства в Красноярском крае»; Закон Красноярского края от 21 ноября 2013 г. № 5-1830 «Об уполномоченном по защите прав предпринимателей в Красноярском крае» и другие. Несмотря на участие государства в сфере экономики, возникают определенные проблемы развития малого и среднего предпринимательства в субъектах РФ, в том числе и в Красноярском крае, которые отражены на рисунке [6].

Для решения проблем, случившихся в Красноярском крае за последние пять лет, необходимо предпринять меры по их устранению (табл. 2) [7].

Перечисленные проблемы Красноярского края необходимо решать с помощью слаженного механизма регулирования нормативно-правовых актов и программ, которые направлены на развитие малого и среднего предпринимательства. Не стоит забывать, что такие хозяйственные субъекты обеспечивают предложение в регионе, следовательно, составляют важную часть валового регионального продукта и обеспечивают занятость работающего населения края.

Основные проблемы Красноярского края по развитию малого и среднего предпринимательства за 2013–2018 гг. и меры по их устранению

Год, проблема	Характеристика	Пути решения
2013 год – дефицит финансовых ресурсов	Недостаток собственных, а также привлеченных ресурсов. Предприниматели испытывали дефицит кредитных ресурсов из-за высоких рисков, связанных с кредитованием	Продажа или сдача в аренду внеоборотных активов; оптимизация и рационализация ассортимента выпускаемой продукции; полная или частичная предоплата продаваемой продукции
2014 год – падение спроса на отечественную продукцию	Отечественные потребители покупали в основном импортную продукцию	Формирование правительством основы с развитой инфраструктурой и логистикой внутреннего рынка сбыта отечественных товаров
2015 год – ограниченный доступ к финансовым ресурсам	Чрезмерно высокие ставки по кредитам, сложность получения займов на долгий срок, невозможность взять кредит с отсрочкой на развитие	Повышение уровня развития механизмов поддержки малого и среднего бизнеса в кредитовании; предоставление кредитной организации полной документальной информации о деятельности предприятия; повышение экономической и юридической грамотности предпринимателей
2016 год – сокращение предприятий малого и среднего бизнеса	Закрытие предприятий из-за высоких налогов на предпринимательскую деятельность, проблем с присоединением объектов к инфраструктурным сетям, а также переоценкой стоимости недвижимости в сторону повышения цены	Использование стратегических методов планирования и подходов к управлению предприятием; пересмотр налоговой политики; регулярная проверка кадастровой стоимости
2017 год – проблема с подключением к энергосетям	Некоторые предприятия не могли получить услугу технического подключения в электронном виде	Оперативный прием заявок межрегиональных распределительных сетевых компаний от предприятий
2018 год – сокращение инвестиций в развитие бизнеса и увеличение кредитов	Причиной проблемы стала нехватка собственных активов, что не позволяло обеспечить финансирование крупных проектов, у некоторых хозяйствующих субъектов отсутствовало ликвидное залоговое обеспечение	Повышение конкурентоспособности выпускаемой продукции или оказываемых услуг предприятием

Согласно проекту Стратегии социально-экономического развития Красноярского края результатами развития малого и среднего бизнеса к 2030 г. должны стать [8]:

1) увеличение доли занятых на малых и средних предприятиях от общей численности занятых в экономике края до 35 % (2014 г. – 22,8 %);

2) увеличение в 2 раза производительности труда в сфере малого и среднего предпринимательства по отношению к 2014 г. в сопоставимых ценах;

3) увеличение в 1,5 раза доли малого и среднего предпринимательства в ВРП края;

4) увеличение доли производственной сферы в обороте малого и среднего предпринимательства (без учета индивидуальных предпринимателей) до 40–45 %.

Таким образом, предложенные нами способы по устранению недостатков в деятельности малого и среднего предпринимательства по Красноярскому краю способны привести к улучшению показателей, отраженных в Стратегии социально-экономического развития края.

Список литературы

1. Друкер П. Ф. Инновации и предпринимательство: практика и принципы. М. : Вильямс, 2018. 432 с.

2. Попков В. П., Евстафьева Е. В. Организация предпринимательской деятельности. Схемы и таблицы. СПб. : Питер, 2007. 352 с.

3. Торосян Е. К., Сажнева Л. П., Зарубина Ж. Н. Основы предпринимательской деятельности. СПб. : Университет ИТМО, 2016. 130 с.

4. Россия в цифрах. 2018 : крат. стат. сб. / Росстат. М., 2018. 208 с.

5. Красноярский край в цифрах 2018 : стат. сб. / Красноярскстат. Красноярск, 2018. 207 с.

6. Синицына И. В., Охилькова Л. В. Современные проблемы формирования финансовых ресурсов малого и среднего предпринимательства // Журнал КАНТ. 2016. № 19. С. 120–125.

7. Иванова К. С. Современные проблемы развития предпринимательства в Красноярском крае и пути их решения // Архив электронных ресурсов СФУ, 2016. 72 с.

8. О стратегическом планировании в Красноярском крае : закон Красноярского края от 24.12.2015 № 9-4112.

9. Белоногова Е. В. Перспективы развития малого бизнеса в Красноярском крае // Материалы IV всероссийской науч.-практ. конференции с международным участием. Красноярск: СФУ, 2018. С. 146–149.

**СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ
КАДРОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ОТРАЖАЮЩИЙ
ОТРАСЛЕВУЮ СПЕЦИФИКУ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

А.А. Седых*

Научный руководитель Л.И. Подачина
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Исследование теоретико-методологических аспектов кадрового обеспечения АПК как отдельной отрасли определяет необходимость изучения фактического уровня его развития с учетом изменений современной экономики страны в целом.

Кадровое обеспечение является одной из основных тем при исследовании системных проблем развития АПК. Без эффективной системы обеспечения сельхозтоваропроизводителей специалистами и работниками невозможно успешно развивать агропромышленный комплекс, решать задачи продовольственной безопасности.

Принятие Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг., утвержденной Постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717, является одним из приоритетных направлений развития страны в целом.

Решение поставленных в данной программе вопросов на основе исследования по приоритетным направлениям развития продовольственного рынка страны позволяет научно обосновать, что одним из условий является развитие кадрового потенциала отраслей АПК с учетом повышающихся квалификационных требований в условиях инновационных преобразований в АПК.

Определение потребности в высококвалифицированных кадрах вызвано устойчивым развитием аграрной отрасли (по сравнению с другими отраслями экономики страны). Это подтверждают данные, представленные в табл. 1, отражающие рост производства продукции сельского хозяйства в хозяйствах всех категорий. Для наглядности представим полученные данные в виде диаграммы (см. рисунок).

Анализируя полученные данные (табл. 1), можно сделать вывод о том, что в период 2017–2018 гг. в сельском хозяйстве был спад в зерновых производствах, по сравнению с рекордным 2017, однако наблюдался значительный рост в животноводстве.

* © Седых А.А., 2019

Таблица 1

Анализ производства сельского хозяйства в период 2016–2018 гг.

С/х продукция, млн тонн	2016	2017	2018	2018, в % к 2017
Зерно	83,1	92,9	76,2	82,02
Скот и птица	12,3	12,9	15,5	120,1
Молоко	20,6	21,4	24,8	115,9
Яйца	32,1	33,6	34,1	101,5

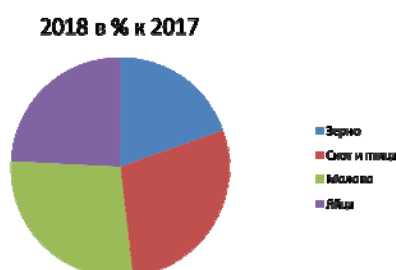


Рис. Соотношение с/х продукции в период 2018–2017 гг., %

Так же для наглядности происходящего в АПК за эти годы, нам не хватает показателей численности кадровых ресурсов и самих предприятий по РФ. Анализ численности работающих в АПК РФ представлен в табл. 2.

Таблица 2

Численность работающих в АПК в целом по Российской Федерации

Показатели	2016	2017	2018	Изменения 2018 в % к 2016
Кол-во организаций, тыс. ед.	65,4	69,7	74,1	113,3
Численность работающих, тыс. чел.	1880,6	1923,1	2002,5	106,5
Численность работающих, приходящихся на одну организацию	29	28	28	96,6

Мониторинг обеспеченности кадрами отрасли АПК в 2017–2018 гг. свидетельствует о том, что происходит постепенный рост количества организаций АПК в целом, а также увеличивается численность рабочих, однако численность работающих в одной организации уменьшается в связи с увеличением автоматизированного производства и вытеснением человеческих ресурсов на предприятиях.

Теперь, плавно переходя от промышленности и животноводства к кадровому потенциалу, проанализируем его связь с АПК в целом.

Ключевой характеристикой кадров любого предприятия является их потенциал. Современная научная модель представляет кадровый потенциал через совокупность ключевых характеристик работника, к которым относят профессиональные знания и навыки, социальные качества и адаптивность к общественной среде.

В этой связи под кадровым потенциалом понимают качественную характеристику трудовых ресурсов, определяющую их текущую и перспективную производительность труда.

Единой методики и системы показателей оценки кадрового потенциала нет. Но для того чтобы четко представлять, как формируется кадровый потенциал, необходима детализация отдельных параметров, по которым он может быть оценен. На мой взгляд, в масштабах предприятия наиболее важными являются:

- наличие квалифицированных кадров, работающих по специальности;
- удельный вес руководителей и специалистов в возрасте до 40 лет;
- процент работников, повышавших квалификацию за последние 2–3 года;
- средняя производительность труда в отрасли и ее динамика;
- коэффициент заболеваемости работников отрасли;
- процент работников, состоящих на учете в специализированных учреждениях;
- процент трудоустраивающихся по специальности выпускников;
- среднеотраслевой коэффициент постоянства кадров.

Кадровый потенциал формируется в процессе получения и усвоения работниками теоретических и практических знаний и умений, востребованных на отраслевом рынке труда. Проблемы формирования кадрового потенциала АПК выходят за границы аграрного сектора экономики и обусловлены системным кризисом в социальной и экономической жизни страны в целом. Можно выделить значительное число институциональных, инфраструктурных, экономических, социальных, демографических причин, по которым в отраслях сельского хозяйства ощущается дефицит квалифицированных кадров. Среди них:

- отсталость социальной инфраструктуры в сельской местности;
- низкий уровень оплаты труда;
- низкий уровень автоматизации и механизации производства;
- отсутствие четко выстроенной системы непрерывного образования;
- разрозненность образовательной и производственной среды;
- низкая мотивация аграрных производителей к прямому участию в подготовке кадров.

Таким образом, очевидно, что решение вопросов кадрового обеспечения регионального сельского хозяйства может рассматриваться через призму социально-экономического развития отдельных регионов.

Процесс модернизации требует пересмотра подходов к подготовке профессиональных кадров, и важная роль должна принадлежать стратегическому управлению человеческими ресурсами. На мой взгляд, стратегическое видение управления человеческими ресурсами в птицеводстве должно заключаться в развитии ресурсных способностей, необходимых компетенций, где человек рассматривается как основной источник конкурентного преимущества. Это не просто подготовка специалистов со специальными знаниями и навыками, необходимыми компетенциями, а еще развитие их потенциала, скрытых возможно-

стей, превращения его в человеческий капитал, который будет создавать ценности, инновации, новые эффективные решения. Для реализации этого стратегического направления необходимо реализовать целый комплекс мер и, прежде всего, в полной мере оценить, каких отраслевых специалистов не хватает непосредственно в Красноярском крае и конкретно на птицефабрике ОАО «Заря» (а на данном предприятии на сегодняшний день вакантна одна ставка лаборанта) и, как следствие, рассмотреть вопрос о расширении числа направлений и профилей подготовки необходимых специалистов как в птицеводстве, так и в других отраслях животноводства, что даст возможность получить мультипликативный эффект. Важно развивать научные центры развития человеческого потенциала, организовывать и проводить мероприятия по профориентации.

Для реализации развития потенциала каждого работника, его знаний и способностей, интеллектуальных и физических качеств, оказывающих влияние на решение задач по повышению эффективной деятельности фирмы, необходимо создание таких условий, которые мотивируют работников предприятия к саморазвитию, повышению квалификации и, в конечном счете, к высокопроизводительному труду.

Оптимизация структуры трудовых ресурсов и кадровое обеспечение организаций АПК позволяет стабилизировать социально-экономическое развитие сельских территорий, способствует институциональному развитию аграрных образовательно-производственных кластеров на региональном уровне.

Список литературы

1. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2015 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы : распоряжение Правительства РФ от 10.05.2016 № 864-р [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/420354327>.
2. Евстропов А. Управление предприятием АПК на основе информационно-инновационных технологий // АПК: экономика, управление. 2010. № 5. С. 41.
3. Кадровая обеспеченность агропромышленного комплекса Российской Федерации / под ред. Г. М. Демишкевич, М. М. Скальная, И. А. Хлусова, В. Н. Хлусов. М. : ФГБОУ ДПОС РАКО АПК, 2015. 74 с.
4. Демишкевич Г. М., Хлусова И. А. Факторы мотивации молодых специалистов к трудовой деятельности на сельских территориях // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2017. № 3 (24). С. 55–58.
5. Хлусова И. А., Хлусов В. Н. Оценка кадровой обеспеченности организаций кооперативных форм хозяйствования в АПК // Потенциал современной науки : сб. статей. Липецк, 2016. № 7 (24). С. 25–31.

КЛАССИФИКАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ С УЧЕТОМ ПОРТФЕЛЬНОГО ПОДХОДА

В.С. Шаров*

Научный руководитель Т.И. Берг
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Переход на инновационную модель экономики является одной из первоочередных задач развития национального хозяйства в России, что заложено в «Стратегии инновационного развития Российской Федерации до 2020 года» [1]. Указанная тенденция обусловлена рядом причин, к числу которых можно отнести ускорение технологического развития мировой экономики и потребность в импортозамещении, вызванную санкциями со стороны США и европейских стран. В связи с этим важным является повышение инновационной активности отечественных предприятий, что требует пересмотра методологии планирования бизнес-процессов инновационной деятельности. Одним из инструментов решения данной проблемы является портфельный подход, который позволяет сбалансировать использование ограниченных финансовых ресурсов на осуществление инновационной деятельности, при этом минимизировав риски за счет распределения инвестиций по нескольким направлениям. При формировании эффективного портфеля важно определить признаки соотношения инновационных проектов в определенные группы, обеспечивая селекцию эффективных проектов.

Цель работы – на основании изучения различных подходов систематизировать и дополнить классификацию инновационных проектов для формирования портфеля.

Для достижения данной цели были поставлены и решены следующие задачи: уточнение значений терминов «инновационный проект» и «портфель инновационных проектов»; выделение признаков классификации инновационных проектов для формирования портфеля.

Рассмотрим разные подходы к определению «инновационный проект». Р. А. Фатхутдинов под данным термином понимает «комплект документов, определяющих систему научно обоснованных целей и мероприятий по решению проблемы, организацию инновационных процессов в пространстве и во времени» [2]. В федеральном законе № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» под инновационным проектом понимается «комплекс направленных на достижение экономического эффекта мероприятий по осуществлению инноваций, в том числе по коммерциализации научных и (или) научно-технических результатов» [3]. В статье М. А. Зайцева, А. Н. Федотова и А. М. Зайцева даётся следующее определение рассматриваемого термина: это «постадийный план мероприятий, направленных на создание нового или усовер-

* © Шаров В.С., 2019

шенствование действующего производства товаров и (или) услуг и обеспечивающих достижение поставленных целей» [4]. Более детальная трактовка рассматриваемой экономической категории даётся в статье Е. Ю. Парфенова и К. Ю. Лобкова, где под инновационным проектом понимается «система взаимосвязанных целей и программ их достижения, представляющих собой комплекс научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, организационных, финансовых, коммерческих и других мероприятий, соответствующим образом организованных, оформленных комплектом проектной документации и обеспечивающих эффективное решение конкретной научно-технической задачи (проблемы), выраженной в количественных показателях и приводящей к инновации» [5].

Тем самым для формирования инновационного портфеля под инновационным проектом будем понимать *«документально оформленный поэтапный план взаимосвязанных научно-исследовательских, опытно-конструкторских, производственных, организационных, финансовых, коммерческих и других мероприятий, конечной целью которого является создание, введение в употребление и коммерциализация нового или значительно улучшенного продукта, процесса, метода продаж или управления для получения положительного экономического, социального, экологического, бюджетного или иного эффекта».*

Анализ терминологического значения определения «портфель инновационных проектов» у разных авторов позволил выделить их общность. Р. А. Фатхутдинов трактует термин следующим образом: «комплексно обоснованный перечень новшеств покупных и собственной разработки, подлежащих внедрению (введению) в организации» [2]. В статье Н. А. Репешко под портфелем проектов понимается «совокупность проектов, объединенных вместе с целью эффективного управления и достижения стратегических целей предприятия» [6]. А. Н. Козловский, А. О. Недосекин, З. И. Абдулаева считают, что портфель инновационных проектов – «совокупность инновационных проектов, управляемая как единое целое, в рамках одних и тех же правил, единого инвестиционного бюджета» [7].

Таким образом, под *портфелем инновационных проектов* будем понимать *управляемый как единое целое перечень инновационных проектов, обоснованный с позиции эффективности, достижения стратегических целей и соответствия ресурсным ограничениям.*

Решая задачи портфельного планирования инновационной деятельности, целесообразно сделать предварительный отбор проектов для принятия инвестиционных управленческих решений. В связи с чем предлагается пересмотреть классификацию инновационных проектов и определить наиболее значимые признаки, обеспечивающие минимизацию рисков и максимизацию эффективности.

В экономической литературе встречаются различные подходы к классификации инновационных проектов, в том числе многокритериальные. Однако в данной статье попытаемся выделить признаки, которые в дальнейшем будут применены в методике формирования инновационного портфеля предприятия.

Для формирования инновационного портфеля важным признаком классификации является *характер взаимного влияния проектов*. Согласно данному критерию выделяют четыре вида проектов: взаимно исключающие, взаимно независимые, взаимно зависимые, взаимно дополняющие [5]. Классификация по данному признаку позволит не включать в проект взаимно исключающие проекты, при этом финансирование взаимно дополняющих проектов эффективно, так как позволяет по максимуму использовать синергию.

В связи с тем, что осуществление инновационного проекта связано с наличием несоответствия во времени появления результатов с началом финансирования, существует внешняя и внутренняя неопределенность инновационной деятельности, что приводит к появлению инновационных рисков. Одним из критериев классификации инновационных рисков является степень угрожающих потерь. По данному признаку выделяют: минимальный, допустимый и критический риски [8]. Следовательно, данную аналогию можно спроецировать в признак классификации инновационных проектов *по уровню риска*:

– инновационные проекты с минимальным уровнем риска – проекты, в которых существует риск возникновения потерь прибыли при сохранении экономической целесообразности реализации;

– инновационные проекты с допустимым уровнем риска – проекты, для которых существует возможность потерь в меньшем размере, чем произведенные инвестиции;

– инновационные проекты с критическим уровнем риска – проекты, в процессе реализации которых есть риск потерь в размере инвестированного капитала или выше его.

Значимым классификационным признаком, на наш взгляд, выступает эффективность, основой определения которой является уровень, выраженный через показатель «дисконтированный индекс доходности» (DPI). *По уровню эффективности* все инновационные проекты можно разделить на высокоэффективные, среднеэффективные, и низкоэффективные [9].

Так как коммерциализация является основным инструментом возврата инвестиций в инновации, целесообразно классифицировать инновационные проекты *по специфике рыночной составляющей*: инновации для собственного использования бизнес-единицей, для внутрикорпоративного оборота, для продажи на внешние рынки и проекты двойного назначения. Выделение данного критерия аргументировано тем, что драйверами инновационной деятельности в отечественной экономике принято считать крупные предприятия и их объединения. Так как инновационные проекты внутрикорпоративного использования имеют особое значение в корпорации, холдинге, концерне, консорциуме или финансово-промышленной группе, а следовательно, уровень риска меньше. Однако за счет наличия трансфертных цен на продукцию и услуги инновационных проектов свойственна меньшая эффективность на единицу.

Таким образом, в данной статье на основании изучения подходов различных авторов уточнены определения термина «инновационный проект» и «портфель инновационных проектов», систематизирована и дополнена класси-

фикация проектов для портфельного подхода в инновационной деятельности, что повысит инновационную активность отечественных предприятий.

Список литературы

1. Об утверждении Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года : распоряжение Правительства РФ от 08.12.2011 № 2227-р (ред. от 18.10.2018) // Справочная правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>.

2. Фатхутдинов Р. А. Инновационный менеджмент : учебник для вузов. 5-е изд. СПб. : Питер, 2005. 448 с.

3. О науке и государственной научно-технической политике : федер. закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ (ред. от 23.05.2016) // Справочная правовая система «Консультант Плюс». URL: <http://www.consultant.ru>.

4. Зайцев М. А., Федотов А. Н., Зайцев А. М. Рыночные подходы к экономическому содержанию, видам и этапам реализации инновационных проектов // Известия ИГЭА (БГУЭП). 2013. № 4. 14 с.

5. Парфенова Е. Ю., Лобков К. Ю. Классификация инновационных проектов и программ промышленных предприятий РКП // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2016. Т 2. № 12. С. 438–440.

6. Репешко Н. А. Принципы формирования портфеля инновационных проектов организации // Вестник Брянского государственного университета. 2013. № 3. С. 232–237.

7. Козловский А. Н., Недосекин А. О., Абдулаева З. И. Управление портфелем промышленных инноваций. СПб. : Изд-во Политехн. университета, 2016. 131 с.

8. Коновалова О. В. Современные подходы классификации инновационных рисков // Вестник ГУУ. 2015. № 9. С. 59–65.

9. Семина Л. А. К вопросу классификации инновационно-инвестиционных проектов // Известия АлтГУ. 2011. № 2-2. С. 328–330.

КРАУДФАНДИНГ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.О. Шишкин^{*}

Научный руководитель Т.И. Берг
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Краудфандинг является относительно новым методом финансирования проектов при помощи сети Интернет. После удачных применений в области некоммерческих культурных и социальных проектов краудфандинг набирает свою силу и в сфере финансирования стартапов и локальных бизнесов. Таким образом, наряду с социальными и некоммерческими задачами краудфандинг обладает потенциалом стать альтернативной формой финансирования бизнес-проектов на ранней стадии. [1] Сегодня в мире существует более 1 400 краудфандинговых платформ. Почти половина всех существующих краудфандинговых платформ работает на территории Северной Америки. В свою очередь, краудфандинг в России еще только начинает развиваться и не так популярен, как в Америке или Европе. В настоящий момент в России работает около 20 краудфандинговых платформ. Наиболее популярными являются такие категории, как благотворительность, музыка, литература, технологии и общество. Процедура краудфандинга с момента его появления стала значительно прозрачнее и безопаснее, что является значительным плюсом при осуществлении финансовых вложений. Однако значительное количество посредников относится к краудфандингу с недоверием, поскольку видят в нем потенциальную угрозу. Ключевыми преимуществами и целями краудфандинга являются:

- 1) демократизация процесса поддержки искусства и культуры, а также генерирование дополнительного дохода для индустрии развлечений;
- 2) поддержка инновационных решений и стартапов, что в том числе позволит традиционным посредникам находить успешных и талантливых людей;
- 3) создание прозрачного и эффективного механизма для народного финансирования проектов.

При определении цены краудфандингового капитала следует учитывать различные аспекты: схему организации краудфандинга и модель краудфандинга (рис. 1).

Финансирование всегда являлось наиболее острым аспектом функционирования предприятий вне зависимости от их сферы деятельности, поэтому поиск новых форм и способов финансирования имеет особое значение для успешно развивающейся компании на рынке.

^{*} © Шишкин А.О., 2019



Рис. 1. Схема организации краудфандингового финансирования

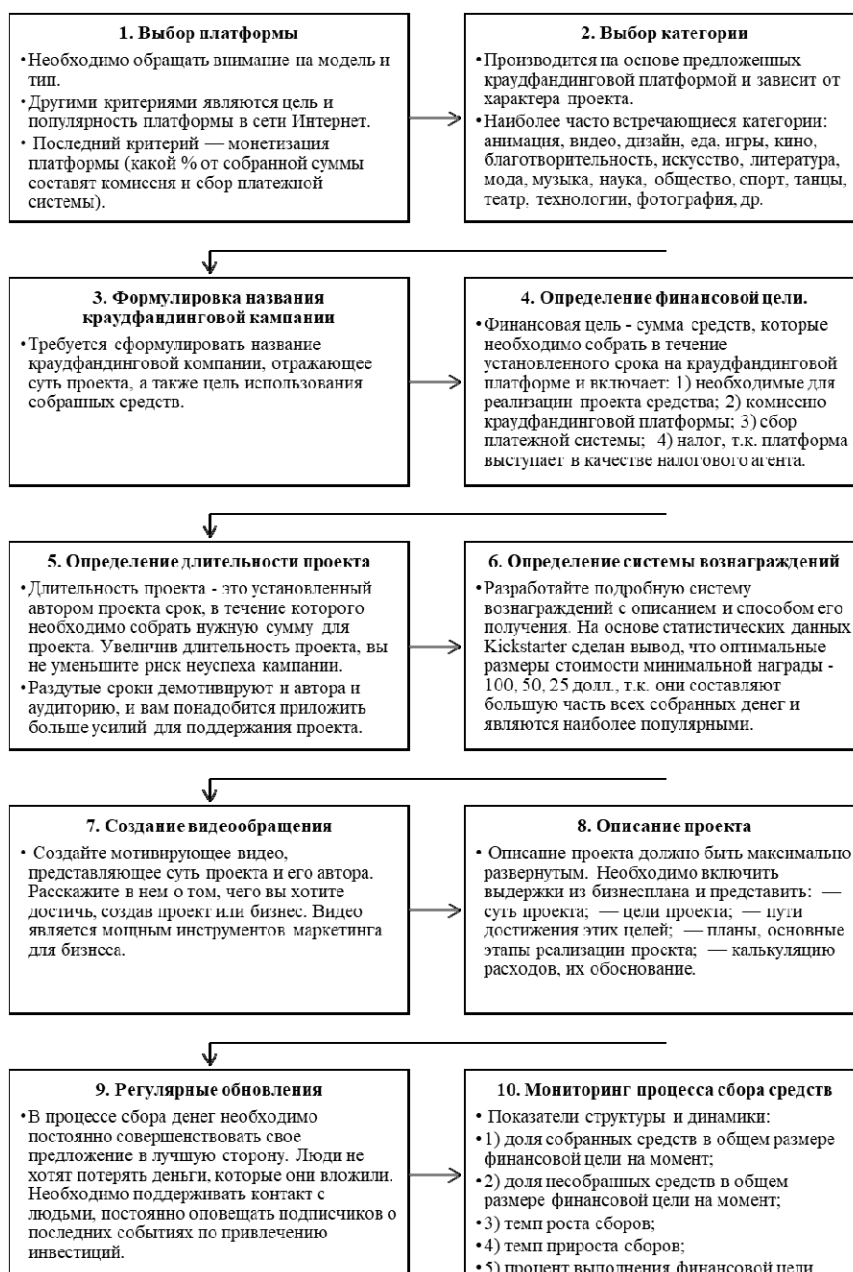


Рис. 2. Алгоритм организации краудфандинговой кампании

На сегодняшний день популярным способом для финансирования и реализации своих идеи выступает краудфандинг. Однако, несмотря на относительно незначительную распространённость указанного в статье способа, его можно охарактеризовать как один из наиболее перспективных, эффективных и не трудоемких в практическом использовании.

Список литературы

1. Баловсяк Н. Краудфандинг изменит концепцию венчурного инвестирования. URL: <http://www.towave.ru/pub/kraudfanding-izmenit-kontseptsiyu-venchurnogo-finansirovaniya.html> (дата обращения: 10.04.2019).
2. Некрасова Т. П., Шумейко Е. В. Экономическая оценка краудфандинга как метода привлечения инвестиций // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 5. С. 114–124. DOI: 10.18721/NE.10510
3. Токарев В. А. Стратегия краудфандинга. Часть 1. М. : ЛитАгент Ридеро, 2017. 73 с.
4. Danmayr F. Archetypes of Crowdfunding Platforms: A Multidimensional Comparison, Wiesbaden, Deutschland. 2014.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНОВОЙ ПОЛИТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ

С.В. Эльгерт*

Научный руководитель Э.А. Батраева
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Отметим, что в экономической литературе предпринимались попытки разработки методики и методов оценки ценовой политики. После изучения литературы можно сделать вывод, что методики оценки эффективности ценовой политики, впрочем, как и сама ценовая политика, различаются в зависимости от отраслевой принадлежности предприятия.

Интересной представляется методика, предложенная Е.Г. Хмарой [1]. Автор предлагает систему критериев оценки эффективности управления ценами (рис. 1). Система состоит из нескольких блоков, в каждом из которых установлены прямые и косвенные критерии. Ценность данного подхода, по нашему мнению, заключается в его системности и универсальности.

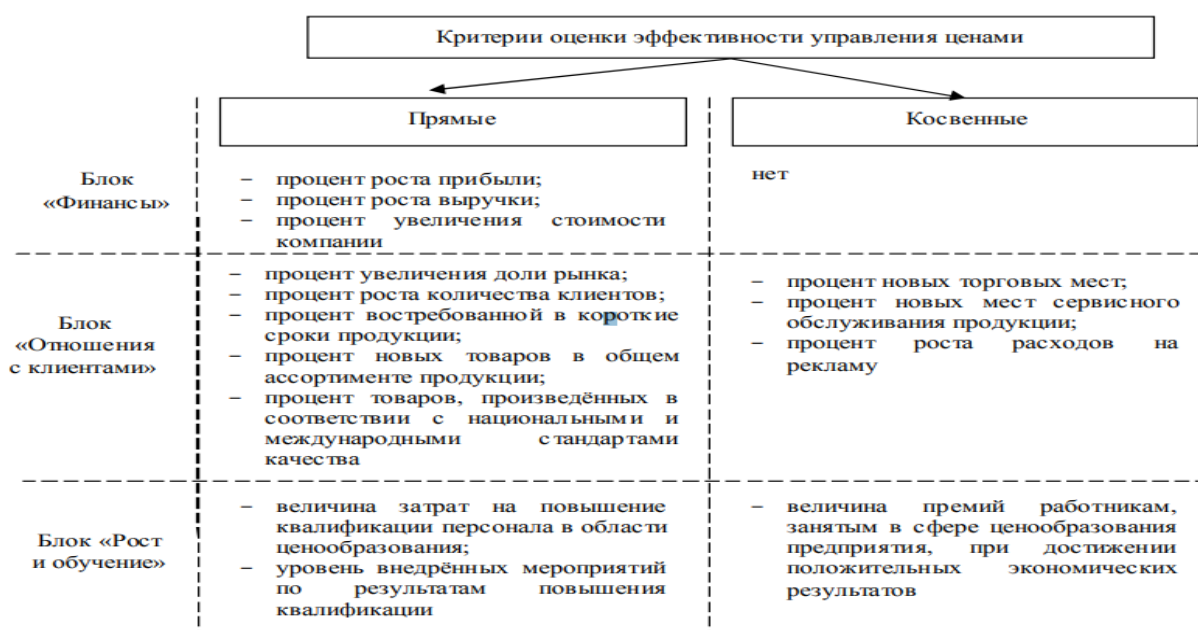


Рис. 1. Критерии оценки эффективности управления ценами [1, с. 26]

С другой стороны, интересен также и зарубежный опыт. В нашем случае для достижения принципа универсальности можно использовать так называемую систему сбалансированных показателей [2]. Система сбалансированных показателей основана на причинно-следственных связях между стратегически-

* © Эльгерт С.В., 2019

ми целями, отражающими их параметрами и факторами получения планируемых результатов.

В самом общем виде ССП представляет собой комплекс финансовых маркетинговых, производственных, управленческих и прочих показателей, которые могут быть оптимально подобраны для каждого конкретного предприятия с учетом всех аспектов деятельности организации. Как отмечают сами разработчики метода, BSC – это комплекс мер, который дает топ-менеджменту возможность быстро, но всеобъемлюще оценить состояние своего бизнеса [3]. Иными словами, Balanced Scorecard – это система показателей, позволяющих эффективно измерить эффективность деятельности компании.

Отметим, что данная система используется с большим успехом как эффективный инструмент стратегического управления компанией. Однако, на наш взгляд, её можно использовать и для оценки эффективности ценовой политики организации.

Содержание показателей ССП схематично представлено на рис. 2.

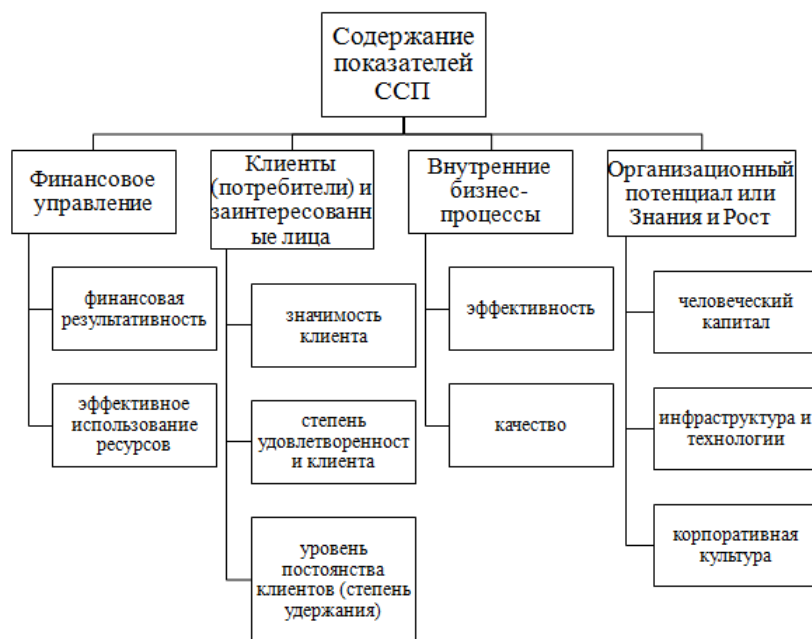


Рис. 2. Содержание показателей ССП [2]

Таким образом, ССП представляет собой аналитический инструмент, позволяющий увязать стратегию компании с комплексом подходящих именно для этой компании показателей, способных не только контролировать её текущую деятельность, но и вовремя реагировать на любые изменения внешней и внутренней среды.

На основе изложенного разработаем собственную систему показателей для оценки эффективности ценовой политики торгового предприятия (таблица).

ССП для оценки эффективности ценовой политики торгового предприятия

Аспекты ценовой политики	Показатели	Способ расчета
Финансовый блок	Динамика роста прибыли	Количественные показатели, которые рассчитываются как отношение разности значения отчетного периода и базового периода к значению базового периода
	Динамика роста выручки	
	Динамика роста товарооборота	
	Показатели деловой активности (оборачиваемости), которые характеризуют интенсивность использования ресурсов предприятия	а) коэффициент оборачиваемости; б) длительность одного оборота; в) оборачиваемость дебиторской задолженности покупателей
	Показатели рентабельности характеризуют прибыльность работы предприятия, определяются соотношением прибыли и затрат (доходов)	а) рентабельность активов; б) рентабельность продаж; в) рентабельность собственного капитала
Клиенты (потребители) и заинтересованные лица	Степень удовлетворенности клиента	Анкетирование, соцопрос, контент-анализ, наблюдение, фокус-группа
	Уровень постоянства клиентов	
	Динамика роста количества клиентов	Количественные показатели, которые рассчитываются как отношение разности значения отчетного периода и базового периода к значению базового периода
	Динамика роста покупательской способности (средний чек суммы покупки и количества приобретенных товаров)	
	Процент увеличения доли рынка (процент новых торговых мест)	
Внутренние бизнес-процессы	Эффективность рекламы	Экономический эффект, рентабельность, метод целевых альтернатив
	Эффективность ассортимента	Широта, полнота, глубина, новизна ассортимента
	Оценка рисков	Ключевые индикаторы (показатели) рисков. Пороговые значения устанавливаются в цветовой гамме светофора: зеленый – риск приемлем; желтый – риск повышается, нужна корректировка в том или ином индексе; красный – риск неприемлем
Организационный потенциал	Повышение общего уровня квалификации персонала	Сумма выручки от продажи продукции, поступлений, связанных с выполнением работ, оказанием услуг, выручки от продажи товаров, приобретенных для перепродажи, за вычетом расходов на приобретение товаров для перепродажи, деленная на количество отработанных человеко-часов работниками списочного состава и внешними совместителями
	Внедрение и развитие новых технологий	
	Удельный вес работников старше 50 лет	
	Уровень зарплаты к среднему по отрасли	
	Производительность труда	

Результаты анализа представляются в виде отчета, пояснительной записки (бизнес-плана) или программы по реализации обоснованных управленческих решений.

Таким образом, предложенная схема позволит системно и комплексно отслеживать эффективность ценовой политики торгового предприятия.

Список литературы

1. Хмара Е. Г. Критерии оценки эффективности управления ценами в организации // Вестник Таганрогского института управления и экономики. 2014. № 2. С. 25–27.

2. Balanced Scorecard Basics [Электронный ресурс]. URL: <http://www.balancedscorecard.org/BSC-Basics/About-the-Balanced-Scorecard>.

3. Kaplan R. S., Norton D. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance [Электронный ресурс]. URL: <https://hbr.org/1992/01/the-balanced-scorecard-measures-that-drive-performance-2>.

Экономическая безопасность: ограничения и возможности роста

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОТТОКА КАПИТАЛА НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Е. Жаворонкова*

Научный руководитель И.Р. Руйга
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В современном мире обеспечение экономической безопасности для государства является приоритетной задачей, поскольку именно от уровня защиты экономики зависит ее дальнейший рост, устойчивость к воздействию внутренних и внешних угроз, повышение конкурентоспособности на мировом уровне и улучшение качества жизни населения. Обеспечение экономической безопасности государства во многом зависит от того, каким объемом ресурсов она обладает в настоящий момент времени.

В системе экономической безопасности выделяют разные сферы безопасности – инвестиционная, инновационная, продовольственная, экологическая и другие, но среди них можно выделить ту, которая непосредственно влияет на успешную реализацию каждого направления – это финансовая безопасность страны [1]. Обеспеченность государства необходимым объемом финансовых ресурсов – следствие эффективной финансовой политики, реализуемой государственными органами с целью развития всех секторов экономики. Таким образом, перед экономикой страны стоит острая проблема систематического масштабного оттока капитала, которая ставит под угрозу стабильность финансовой безопасности РФ. Под оттоком капитала в данной статье будем понимать и легальный, и нелегальный вывоз денежных ресурсов из страны, не вдаваясь в подробности разграничений понятий «отток», «вывоз», «утечка» и «бегство» капитала. Основная задача в нашем случае – оценить влияние данного процесса на экономическую безопасность Российской Федерации.

В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации обозначается взаимосвязь между оттоком капитала и экономической безопасностью страны. Преодоление вывоза финансового капитала из страны будет способствовать экономическому развитию страны (развитию промышленно-технической базы, национальной инновационной системы, модернизации и развитию приоритетных секторов национальной экономики, повышению инвестиционной привлекательности страны) [2].

Существуют различные методики оценки показателя «отток капитала» – Центрального Банка РФ, В. К. Сенчагова, М. Дули, Ф. Бронера, но сопоставляя все достоинства и недостатки за основу возьмем непосредственно методику Ф. Бронера, поскольку она учитывает более точные показатели динамики потоков и взаимозависима с уровнем ВВП страны.

* © Жаворонкова А.Е., 2019

Формула для расчета значения следующая [3]:

$$COD = (fdi_a + pi_a + oi_a + rsrv)/GDP,$$

где *COD* – отток капитала от внутренних (национальных) агентов; *fdi_a* – прямые инвестиции за границу национальных агентов; *pi_a* – активы портфельных инвестиций; *oi_a* – другие инвестиционные активы (сумма кредитов, выданных нашими банкам иностранцам); *rsrv* – резервные активы, удерживаемые национальным центральным банком; *GDP* – валовый внутренний продукт.

Расчет показателя представлен в табл. 1. Статистические данные для расчета представлены в Платежном балансе Российской Федерации на официальном сайте Международного валютного фонда и Всемирного банка.

Таблица 1

Значения показателя «отток капитала» по методике Ф. Бронера 1994–2018, %

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
-0,4	3,5	6,7	6,4	4,1	8,7	14,3	3,5	4,1	12,6	15,2	16,2	18,4

Окончание табл. 1

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
20,3	12,7	3,9	7,3	8,4	7,5	6,8	-0,5	1,4	2,0	3,3

С. Ю. Глазьев (российский экономист, академик РАН) в своем докладе «Речь о неотложных мерах по отражению угроз существованию России», представленном в 2015 на заседании межведомственной комиссии Совета безопасности РФ, уделяет значительное внимание борьбе с угрозой оттока капитала, который является фактором дестабилизации экономической безопасности. Он отмечает, что «утечка» капитала не представляет собой угрозы для экономики страны и национальной безопасности государства только в том случае, если этот показатель не превышает 5 % от уровня ВВП. Таким образом, Глазьев вводит пороговое значение для показателя «отток капитала» – не более 5 % от ВВП [6].

Принимая во внимание эту информацию, при анализе табл. 1 мы приходим к выводу, что в период двух десятилетий шел стабильный вывоз капитала из России, 15 лет трансграничного перемещения капитала представляет собой угрозу для экономической безопасности страны, превышая пороговое значение.

Для оценки влияния оттока капитала на экономическую безопасность Российской Федерации необходимо выделить критерии, которые зависят непосредственно от уровня вывоза капитала. Опираясь на исследования разных авторов (Е. И. Марковской, А. В. Белова; Calvo, Leiderman, Reinhart; исследования Всемирного банка и работу Монтеля Рейнхарта; работу Loungani, Mauro) выделим следующие показатели экономической безопасности, находящиеся во взаимосвязи с трансграничным перемещением финансовых ресурсов: отношение среднедушевого ВВП к среднему ВВП на душу населения по странам

«большой семерки»⁽¹⁾, %; объем инвестиций в основной капитал, в % от ВВП⁽²⁾; расходы на НИОКР, в % от ВВП⁽³⁾; расходы на оборону, в % от ВВП⁽⁴⁾; объем внешнего долга, в % от ВВП⁽⁵⁾; уровень инфляции за год, в %⁽⁶⁾; дефицит федерального бюджета, в % от ВВП⁽⁷⁾; денежная масса М2, в % от ВВП⁽⁸⁾; средний номинальный курс доллара США к рублю за период⁽⁹⁾; индекс ведения бизнеса⁽¹⁰⁾; стоимость нефти Brent за 1 баррель⁽¹¹⁾.

Помимо этого, используя представленные индикаторы, произведем расчет интегрального показателя экономической безопасности РФ⁽¹²⁾ для оценки влияния оттока капитала на обеспечение экономической безопасности в целом. Расчет интегрального показателя произведен по группе отдельных индикаторов (i) с учетом коэффициентов значимости (веса) каждого индикатора (β_i) для j -ого периода, для удобства каждый индикатор имеет равный вес (табл. 2) [4, 5]:

$$K = \sqrt{\sum \beta_i (1 - x_{ij})^2},$$

где x_{ij} – стандартизированное отклонение фактического значения показателя от эталонного (порогового).

Таблица 2

Значение интегрального показателя экономической безопасности Российской Федерации

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0,53	0,69	0,58	0,98	0,96	0,92	0,93	0,91	0,68	0,76	0,81	0,7

Отсутствие статических данных некоторых показателей существенно затруднило исследование периода с 1994 по 2017 г. Поэтому расчеты произведены с 2006 по 2017 г. На основе выделенных критериев проведем корреляционный анализ и построим регрессионную модель, с помощью которых оценим влияние оттока капитала на индикаторы экономической безопасности.

Результаты построения корреляционной матрицы в MS Excel представлены в табл. 3.

Таблица 3

Корреляционная матрица индикаторов экономической безопасности РФ

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
COD	-0,69	0,45	-0,15	-0,72	-0,19	0,12	0,83	-0,9	-0,72	0,25	0,21	-0,41

Для определения степени связи между показателями была использована шкала Чеддока, на основании которой можно отметить, что самое сильное влияние отток капитала оказывает на уровень ВВП; объем затрат на оборону; формирование дефицита бюджета; совокупность наличных и безналичных денежных средств, находящихся в обращении; средний номинальный курс доллара США к рублю. Положительное значение показателя корреляции указывает,

что экзогенная и эндогенная переменные изменяются в одном и том же направлении. Отрицательное значение показателя – увеличение факторной переменной и снижение результирующей, и наоборот.

Регрессионные уравнения, построенные в MS Excel, выглядят следующим образом (табл. 4).

Таблица 4

Однофакторные регрессионные модели зависимости оттока капитала и индикаторов экономической безопасности РФ

№	Зависимые переменные	Уравнение регрессии	R-квадрат	F-значимость
1	Уровень ВВП – y / COD – x	$y = 59,87 - 0,69 * x$	0,47	0,014
2	Затраты на оборону – y / COD – x	$y = 4,54 - 0,07 * x$	0,51	0,009
3	Дефицит бюджета – y / COD – x	$y = -3,86 + 0,5 * x$	0,69	0,0008
4	Денежная масса – y / COD – x	$y = 40,38 - 0,78 * x$	0,81	0,00006
5	Средний номинальный курс доллара к рублю – y / COD – x	$y = 51,72 - 1,67 * x$	0,51	0,008
6	Интегральный показатель экономической безопасности – y / COD – x	$y = 0,86 - 0,0094 * x$	0,16	0,19

Построенные регрессионные модели помогут количественно оценить влияние оттока капитала на показатели экономической безопасности страны при условии, что значение коэффициента детерминации (R-квадрат) будет больше 0,5 (50 %), только тогда модель будет адекватно описывать явление.

На основании проведенного исследования можно с однозначно утверждать, что отток капитала имеет непосредственное влияние на экономическую безопасность Российской Федерации. Выступая в качестве угрозы, он приводит к дестабилизации экономики страны. Разработка и реализация мер, направленных на контроль за трансграничным перемещением финансовых ресурсов, является в данный момент первоочередной задачей государства. Поскольку от эффективности политики в области регулирования вывоза капитала зависит уровень экономической безопасности страны.

Список литературы

1. Экономическая безопасность. Курс лекций : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / сост. И. Р. Руйга. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. 139 с.
2. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации : указ Президента РФ от 31.12.2015 № 683.
3. Broner F. Gross capital flows: Dynamics and crises // Fernando Broner, Tatiana Didier, Aithor Erce, Sergio L. Schmukler // Journal of Monetary Economics. 2013. № 60. P. 113–133.
4. IMF Data [Электронный ресурс]. URL: <http://data.imf.org/?sk=7A51304B-6426-40C0-83DDCA473CA1FD52&sId=1390030341854>.

5. World Bank Open Data [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org>.

6. Доклад С. Ю. Глазьева «Речь о неотложных мерах по отражению угроз существованию России», 2015.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ, США И КИТАЯ

И.Д. Рачин*

Научный руководитель И.Р. Руйга
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Важными задачами в системе обеспечения экономической безопасности государства являются ее оценка и выявление направлений укрепления. При этом в исследованиях российских и зарубежных экономистов недостаточно внимания уделено вопросам сравнительной оценки экономической безопасности государства.

Целью настоящего исследования является систематизация методических подходов к оценке экономической безопасности государства и изучение возможностей их применения для проведения сравнительного анализа.

Проблемы оценки экономической безопасности государства непосредственно взаимосвязаны с вопросами теоретического обоснования ее сущности и содержания. Систематизация методических подходов к проведению оценки уровня экономической безопасности государства показывает, что одним из определяющих этапов данной аналитической процедуры является обоснование критериев, характеризующих объект оценки – экономическую безопасность страны, и выбор системы их пороговых значений.

Российскими экономистами предложены различные системы индикаторов для оценки экономической безопасности страны. Так, в документах Совета Федерации РФ получила распространение система показателей экономической безопасности государства, которая включает как финансовые характеристики, так и социальные. Кроме того, в отечественной практике для оценки экономической безопасности государства применяются различные методы нормирования оценочных показателей по пороговому значению с последующим расчетом интегрального (обобщающего) индикатора нормированных показателей.

В зарубежной практике для определения уровня экономической безопасности государства применяются понятия страновой устойчивости, надежности, странового риска, стабильности, а для ее оценки в основном применяются два подхода: 1) расчет интегрального показателя надежности государства; 2) оценка страновых рисков. В качестве примеров интегральных показателей следует привести индекс политической стабильности, индекс глобальной конкурентоспособности, а также модель экологического подхода. Для измерения странового риска используются качественные, количественные, эконометрические оценки, а также комбинированные методы. Страновые риски связаны с наличием глобального риска, зависят от политико-экономической стабильности стран, факторов внутриэкономических и внешнеэкономических рисков. Одним из

* © Рачин И.Д., 2019

примеров оценки странового риска является методика BERI Института информации риска в бизнесе [1].

В рамках применяемых подходов уровень экономической безопасности государства формируется за счет различных факторов, что во многом объясняет страновые различия и особенности внешней и внутренней политики. На этом основании особый интерес представляют предпосылки достижения экономической безопасности России, Китая и США, отношения между которыми имеют глобальное измерение по всем трем основным направлениям: безопасности, экономики, энергетики. Современные эксперты в сфере национальной безопасности высказывают предположение, что роль формата «Россия – Китай – США» в перспективе будет возрастать [2].

Традиционно интегральная оценка состояния экономик ряда стран мира дается на ежегодном Всемирном экономическом форуме (ВЭФ) в Давосе (Швейцария). Результаты оценки в виде рейтингов по ряду оценочных показателей публикуются в «Отчете по глобальной конкурентоспособности». Результаты оценки конкурентоспособности США, Китая и России за последние годы представлены в таблице.

Таблица

Показатели рейтинга конкурентоспособности России, США и Китая за 2015–2017 гг. [3]

Страна	Рейтинг конкурентоспособности							
	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	Оценка (макс = 7,0)	Рейтинг	Оценка (макс = 7,0)	Рейтинг	Оценка (макс = 7,0)	Рейтинг	Оценка (макс = 100)	Рейтинг
США	5,61	3	5,7	3	5,9	2	86,5	4
Китай	5,28	15	5,28	14	5,3	15	79,3	18
Россия	4,44	45	4,51	43	4,6	38	65,6	43

Как видно, наиболее конкурентоспособной является экономика США, в рейтинге 2014–2015 гг. ей было присвоено 3 место [3]. Положение США в рейтинге конкурентоспособности определяется инновациями, уровнем развития бизнеса, размером рынка, развитием финансового рынка, эффективностью рынка труда, а также уровнем развития системы образования. Китай сохраняет свой 14-15 ранг три года подряд. Его общий балл формируется благодаря прогрессу в некоторых наиболее труднореализуемых областях конкурентоспособности, в частности, созданию в стране экосистемы развития инноваций. Положение в рейтинге глобальной конкурентоспособности Российской Федерации обусловлено влиянием многих деструктивных факторов. В частности, в 2015 г. экономика России впала в рецессию, при этом ее ВВП сократился на 3,7 %. При этом рейтинг России оставался довольно стабильным с точки зрения своей конкурентоспособности и варьировал в пределах 43–45 позиции. Отчасти это является результатом улучшений в сфере образования, укрепления инновационного

потенциала, оптимизации внутренней деловой среды и преодоления негативных ожиданий бизнеса. В целом в 2017 г. по сравнению с 2016 г. уровень конкурентоспособности экономик США, Китая и России несколько снизился. Главной причиной для всех стран явилось снижение макроэкономической стабильности и ухудшение конъюнктуры товарных рынков. Угроза снижения конкурентоспособности послужила катализатором обострения противостояния США и России, США и Китая во многих сферах влияния – на рынках товаров и услуг, в оборонной сфере, в сфере освоения космоса и т.д.

Следует признать, что оценки западных экспертов геостратегической роли России, как правило, субъективны и подвержены политическому влиянию. Более обоснованными представляются рекомендации китайских экспертов, которыми для оценки совокупной мощи государств – политических лидеров в мире используется комплексный интегральный показатель, определяемый по девяти параметрам, характеризующим способность страны противостоять внутренним и внешним угрозам [4]. Обозначенные показатели характеризуют долю страны в общемировом объеме и включают показатели ВВП (по ППС), военных расходов, населения, территории и пр. Сопоставление профилей потенциала способности к выживанию России, Китая и США (рисунок) позволяет отметить, что по трем параметрам (географические условия, природные ресурсы и национальная мораль) потенциал России превышает потенциал США и по двум параметрам (природные ресурсы и географические условия) – превышает потенциал Китая. Наиболее слабым звеном национальной мощи России является низкий уровень экономической безопасности, обусловленный глубокими структурными и институциональными диспропорциями. В целом ситуация соперничества глобальных лидеров по выделенным параметрам складывается в пользу России. Последовательное и рациональное использование обозначенных факторов при построении взаимоотношений с Китаем и США должно способствовать достижению экономического роста России.

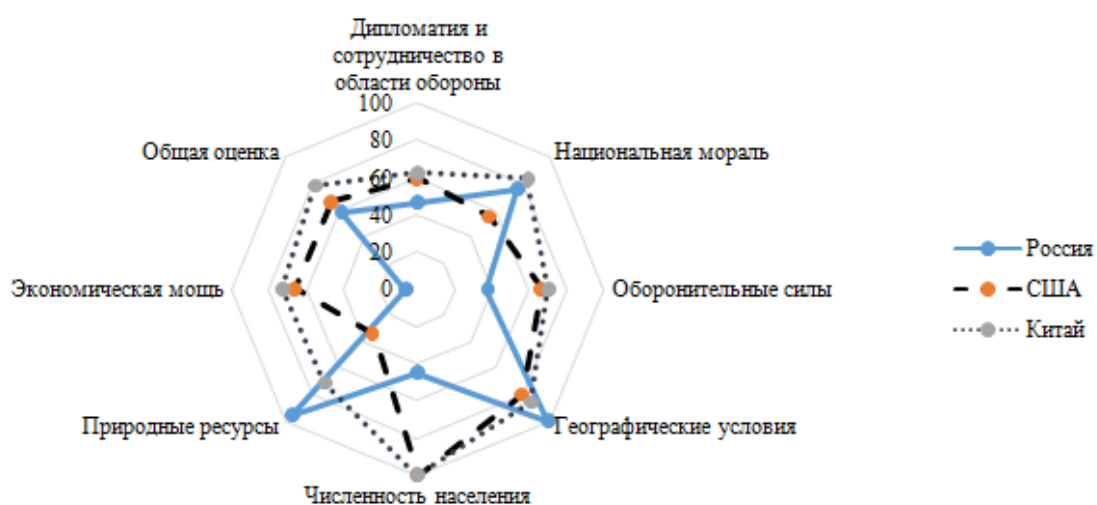


Рис. Сравнительная характеристика профилей способности к выживанию России, США и Китая по состоянию на начало 2018 г.

Обобщая обзор современных зарубежных подходов к оценке экономической безопасности государства, следует отметить, что в силу специфики и узкой направленности их применение не позволяет получить полное объективное представление о степени защищенности национальной экономики от влияния внешних и внутренних угроз. На этом основании наиболее обоснованным представляется подход к оценке экономической безопасности на основе проведения комплексного анализа, включающего ряд методических приемов, базирующихся на исследовании обширной панели количественных и качественных индикаторов функционирования экономики страны. В данном контексте первоочередной задачей становится формирование такой системы показателей, которая будет объективно и своевременно отражать кризисные явления в национальной экономике.

Список литературы

1. Экономическая безопасность России: методология, стратегическое управление, системотехника : монография / под науч. ред. С. Н. Сильвестрова. М.: РУСАЙНС, 2018. 350 с.
2. Россия и Китай вошли в список основных угроз безопасности США // Российская служба «Голоса Америки». 19 января 2018 г. URL: <https://www.golos-ameriki.ru/a/national-defence-strategy/4215518.html>.
3. The Global Competitiveness Report 2018. Insight Report. сайт. URL: <http://www3.weforum.org/docs/GCR2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2018.pdf>.
4. Кротов М. И., Мунтиян В. И. Экономическая безопасность России: системный подход. СПб. : Изд-во НПК «РОСТ», 2016. С. 216.

ВЛИЯНИЕ КОРРУПЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ РЕГИОНА

Д.С. Типцова*

Научный руководитель И.Р. Руйга
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Устойчивое развитие страны возможно за счет защиты национальных интересов и реализации стратегических национальных приоритетов как на федеральном уровне, так и на региональном. Сущность региональной экономической безопасности проявляется в наличии возможности и способности экономики региона противостоять вероятным угрозам и обеспечивать эффективную реализацию экономических интересов.

Одним из факторов дестабилизирующего влияния на социально-экономические процессы в регионе выступает коррупция. Это социально-правовое явление, которое системно воздействует на многие процессы и сферы жизнедеятельности общества и возникает вследствие различных факторов объективного и субъективного характера, к которым можно отнести несовершенство экономических и политических институтов власти, низкий уровень развития гражданского общества и правовой грамотности населения, чрезмерную толерантность к коррупции и прочие. С одной стороны, они усугубляют коррупцию, а с другой стороны, их решение может способствовать снижению уровня коррупции в регионе. Многогранность и двойственность этого явления накладывает отпечаток на сложность в формировании единого понимания коррупции и обуславливает значительный интерес к ее изучению.

Существует множество исследований относительно коррупционных проявлений (публикации Гриб В. Г. [1], Литвиненко А. В. [2], Шох М. А. [3]), а также в части вопросов экономической безопасности (Абалкин Л. И. [4], Глазьев С. Ю. [5], Сенчагов В. К. [6]), однако методические подходы оценки влияния коррупционных проявлений на состояние экономической безопасности именно в аспекте региональной составляющей встречаются крайне редко, несмотря на масштабность и наличие явно негативного воздействия на общественные процессы. Целью данного исследования является формирование методики оценки влияния коррупции на экономическую безопасность региона.

В первую очередь, по мнению автора, оценка влияния коррупции на экономическую безопасность региона должна проводиться в рамках антикоррупционного мониторинга, что позволит выявить уже на данном этапе возможности как для противодействия коррупции, так и для обеспечения экономической безопасности в целом. Весь спектр действий по оценке влияния коррупционных факторов на экономическую безопасность региона сводится к дальнейшему анализу трех аспектов.

* © Типцова Д.С., 2019

Во-первых, необходимо провести оценку уровня коррупции в регионе по ее основным показателям, выявить динамику их изменения. Данный метод позволяет определить тенденции коррупционных проявлений, существующие проблемы и перспективы развития через статистические и социологические индикаторы, к которым относятся: количество зарегистрированных преступлений коррупционной направленности в своей совокупности и отдельно по каждому коррупционному правонарушению, типичность конкретных коррупционных проявлений, индекс коррупции, коррупционный охват и интенсивность данного явления. Выбор методики основывается на доступности исследуемых данных и возможности их применения в любой среде. Как известно, коррупция имеет свойство латентности, исследовать ее необходимо через внутренние рычаги, то есть используя социологические опросы как источник данных, однако, вследствие отсутствия полноценных исследований, высчитать индикатор уровня коррупции не предоставляется возможным. Поэтому статистически высчитанный индекс коррупции, основанный на показателях преступности, допустимо принять за характеристику ее уровня и в качестве показателя для непосредственного анализа взаимосвязи коррупционных факторов и экономической безопасности региона, не забывая о латентности.

Во-вторых, необходимо оценить уровень экономической безопасности региона. Для целей исследования, по мнению автора, следует применить комплексную методику, основанную на динамическом и макроэкономическом подходах, то есть на анализе динамики ключевых индикаторов и сравнении их с пороговым значением.

Процедуре оценки предшествует этап мониторинга социально-экономических показателей регионального развития и сбора необходимых данных. Выявление отклонений от пороговых значений говорит о наличии угроз экономической безопасности, причиной которых могут быть коррупционные факторы.

В-третьих, необходимо определить существование взаимосвязи между коррупцией и экономической безопасностью, оценить их масштабы и разработать мероприятия по предотвращению негативного воздействия коррупционных составляющих на экономическую безопасность региона. Экономико-математические методы и модели (в частности, корреляционно-регрессионный анализ) будут способствовать нахождению соответствующих взаимосвязей. Использование метода корреляционного анализа позволяет с высокой долей вероятности установить системные зависимости между коррупционными факторами и основными социально-экономическими показателями, характеризующими экономическую безопасность региона.

Следуя указанной логике, в рамках исследования проведена оценка уровня коррупции, уровня экономической безопасности на примере Красноярского края. Расчет произведен по открытым данным официального сайта Федеральной службы государственной статистики за 2008–2017 гг. Результаты влияния коррупционных факторов на экономическую безопасность региона (на основе корреляционно-регрессионного анализа) представлены в таблице.

При анализе влияния коррупции на ВРП на душу населения в Красноярском крае прослеживается обратная связь между показателями, то есть возрастающий уровень коррупции снижает душевой ВРП, тем самым уменьшается уровень экономического развития региона. Значение 0,859 характеризует регион как наиболее уязвимый к отрицательному воздействию коррупции на экономику. Коэффициент регрессии показывает, что с ростом уровня коррупции на единицу уменьшается ВРП на душу населения на 29 912 тыс. руб., при этом в 74,8 % случаев снижение происходит именно за счет коррупционных проявлений.

Таблица

**Корреляционно-регрессионные показатели зависимости
между уровнем коррупции и социально-экономическими индикаторами
Красноярского края за 2008–2017 гг.**

Показатель оценки ЭБР	Коэффициент корреляции	Коэффициент регрессии	Коэффициент детерминации, %
1. Валовой региональный продукт на душу населения	-0,859	-29 911,7	73,8
2. Инвестиции в основной капитал	0,404	1,47	16,3
3. Годовой темп инфляции	0,652	0,578	42,5
4. Дефицит консолидированного регионального бюджета	-0,162	-0,065	2,6
5. Внутренние затраты на научные исследования и разработки	0,261	-0,016	6,8
6. Степень износа основных фондов	0,363	0,069	13,2
7. Уровень безработицы	0,469	0,117	21,9
8. Децильный коэффициент дифференциации доходов	0,798	0,375	63,7
9. Отношение среднедушевых денежных доходов населения к величине прожиточного минимума	0,540	0,036	29,2

С ростом коррупции темп инфляции увеличивается на 0,6 %, с влиянием, оцениваемым в 43 %. Рост инфляции может привести к непредсказуемому перераспределению доходов, возможно усиление бедности населения и повышение дифференциации населения по доходам. Поэтому коррупция может усугубить социальное положение населения. Кроме этого, высокая связь отмечена между коррупционными данными и децильным коэффициентом, с ростом первых на единицу увеличивается дифференциация в 0,375 раз.

На основе исследования выявлено, что коррупция выступает угрозой, прежде всего, социальной безопасности региона, способствует росту социальной напряженности.

Таким образом, подходы к моделированию коррупции связаны с ее негативным влиянием на социально-экономические процессы. Поэтому исследовать влияние коррупционных факторов на экономическую безопасность региона необходимо для выявления ее отрицательного воздействия с целью выработки эффективных мер противодействия.

Список литературы

1. Гриб В. Г., Окс Л. Е. Противодействие коррупции : учеб. пособие. М. : Московская финансово-промышленная академия. 2011. 192 с.
2. Литвиненко А. Н. Типологический анализ моделей коррупционного поведения // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России. 2013. № 1 (57).
3. Шох М. А., Зенова Е. Н. Региональная экономическая безопасность как фактор экономической безопасности государства // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2017. Том 7. № 10А. С. 74–81.
4. Абалкин Л. И. Экономическая безопасность России // Вестник РАН. 1997. Том 67. № 9. С. 771–776.
5. Глазьев С. Ю. Основа обеспечения экономической безопасности страны. Альтернативный реформационный курс // Российский журнал. 1997. № 1.
6. Сенчагов В. К. Экономическая безопасность: геополитика, глобализация, самосохранение и развитие. М.: Финстатинформ, 2002.
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru>.

Mathematics and Computer Science

METHODS FOR SOLVING THE PROBLEM OF IDENTIFYING THE AUTHORSHIP OF A TEXT

A.V. Brester*

Scientific supervisor I.V. Baranova
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University

Introduction

Cluster analysis is a section of statistical data analysis that combines the methods of grouping a set of objects into homogeneous groups called clusters so that each cluster consists of similar objects, and the objects of different clusters are significantly different [1]. Cluster analysis can be applied when solving a number of important practice-oriented tasks: extracting and searching for information, tasks decision making, management tasks, visualization of multidimensional data, data abstraction, data classification and others.

In this paper, one of the most popular tasks of cluster analysis is considered – the task of identifying the authorship of a text. The task of identifying the authorship of a text is the task of establishing the authorship of an unknown text by highlighting the features of the author's style and comparing these features with other works whose authorship is known.

Setting the task of identifying the authorship of a text

The formulation of the task of identifying the authorship of a text is as follows: there are many texts $T = \{t_1, \dots, t_k\}$ and many authors $A = \{a_1, \dots, a_k\}$. Let for some subset of texts $T' = \{t_1, \dots, t_k\} \subseteq T$ the authors are known $D = \{t_i, a_j\}_{i=1}^m$. It is necessary to establish which of the set A is the true author of other texts $T'' = \{t_{m+1}, \dots, t_k\} \subseteq T$.

There are quite a few methods for analyzing text style. In general, they can be divided into two large groups: expert and formal. Expert methods involve the study of the text by a professional linguist – expert. Formal techniques include techniques from probability theory and mathematical statistics, cluster analysis algorithms, neural networks, decision trees, and genetic algorithms.

The solution to the problem of identifying the authorship of the text using the density of the distribution function

In 2010, Yu.N. Orlov and K.P. Osminin proposed a statistical method for determining the author and genre of the text, based on the frequency distribution of letter combinations (n-grams) [2, 3]. Authors use the density of the distribution function (DDF) of letter combinations of three consecutive characters (3-gram) as a characteristic of the proximity. The DDF is defined as a set of empirical frequencies of occur-

* © Brester A.V., 2019

rence of letters or their combinations. In processing of analyzing text by the DDF-measure, occurrences of punctuation marks, spaces and numbers are not taken into account.

The task of identifying the author of an unknown text in terms of the DDF is formulated as follows.

Let K_a be the number of products of the a -th author. $N_{i,a}$ is the number of characters in the i -th product of the a -th author, $i = 1, \dots, K_a$. All texts in this set will be presented in the form of a DDF. DDF text, the volume of which is equal to $N_{i,a}$, is

defined as the set of values $f_{i,a}(j) = \frac{k_j}{N_{i,a}}$, where k_j – the number of occurrences n –

grams under the number j . The argument $j = 1, \dots, \alpha(n, M)$, corresponds to the number of letter combinations (n – grams) in alphabetical ordering, where M is the power of the alphabet of the language in which the text is written, n is the order of n –grams, i.e. the number of characters in the letter combination. Function $\alpha(n, M) = M^n$ – quantity of the n -gram contained in this alphabet. Each author is identified with his weighted average DDF, which is given by the formula:

$$F_a(j) = \frac{1}{N_a} \sum_{i=1}^{K_a} f_{i,a} N_{i,a} \quad N_a = \sum_{i=1}^{K_a} N_{i,a}$$

The norm in the space of summable functions is used as a distance metric. For example, the distance is $\rho_{0,a}$ between the DDF of unknown text function f_0 and author's DDF F_a will be calculated by the formula:

$$\rho_{0,a} = \|f_0 - F_a\| = \sum_{j=1}^{\alpha(n,M)} |f_0(j) - F_a(j)|$$

The text in question will be assigned to that author, the distance to the DDF which will be the minimal.

A measure of the proximity of TF-IDF texts

Each of the documents can be represented as a set of words. In this set there can be constructions that should not affect the search results. These words are called «*stop words*», and are usually excluded, for example, at the stage of indexing a document in a database. Stop words include: some words of general vocabulary, prepositions and other lines.

There are also words that directly affect the classification of a document in any category – we will call them *terms*. Each term is an elementary attribute; a set of terms makes up space. A set of documents will be represented as a set of points or vectors of this space. The point coordinates are the magnitudes of the significance of each term for a given document.

Term frequency (TF) – the ratio of the number of occurrences of a word t_i to the total number of words in a document. TF shows the importance of the word within a separate document and it is evaluated by the next formula:

$$tf(t, d) = \frac{n_t}{\sum_k n_k}$$

where n_t is the number of occurrences of the word t in the document, and $\sum_k n_k$ is the total number of words in this document.

Inverse document frequency (IDF) – inversion of the frequency with which a certain word occurs in the documents of the collection. Using IDF value allows reduce the weight of widely used words. For each unique word within a specific collection of documents, there is only one IDF value. This value is calculated as follows:

$$idf(t, D) = \log \frac{|D|}{|\{d_i \in D | t \in d_i\}|}$$

where $|D|$ is the number of documents in the collection, $|\{d_i \in D | t \in d_i\}|$ is the number of documents from the collection D in which occurs t (when $n_t = 0$).

One of the most commonly used text comparison metrics in practice is the TF-IDF measure [1]. It is the product of two factors:

$$tf-idf(t, d, D) = tf(t, d) \times idf(t, D)$$

To obtain a TF-IDF matrix, preliminary processing of the text of the document is necessary. It should be noted that the text processing to obtain the TF-IDF matrix is not part of the clustering algorithm. This matrix is formed to build the proximity matrix, and the proximity matrix is used to determine the set of documents that are most similar to the data.

The proximity of documents (similarity) determines how much one document is semantically similar to another. It is calculated, for example, as the Euclidean distance between points or the cosine of the angle between vectors representing documents in a space of terms. All document proximity values are written in a triangular matrix – the *document similarity matrix*.

Practical task of determining the authorship of a text

This paper solves the following practical problem of identifying the authorship of text. There were 4 texts of two different authors. Each of the documents was represented by a set of words.

Software was developed that implements the work of the K-means method. The main idea of this algorithm is that the centroid is calculated for each cluster at each iteration. Then the elements are divided into clusters again in accordance with which of the new centers turned out to be closer in the selected distance metrics. The algorithm terminates when no changes occur in the centroids [1].

When solving the problem, the two comparative metrics of proximity (similarity) of documents discussed above are used: tf-idf metric and Euclidean distance.

At the entrance to the program, a new text was submitted, for which proximity to the first or second author was determined. The proximity of texts was determined using the purity metric.

Let $Q=(q_1, q_2, \dots, q_k)$ be the set of clusters, $C=(1, 2, \dots, j)$ be the set of classes (authors' texts), N be the number of clusters texts.

$$purity(Q, C) = \frac{1}{N} \sum_k \max_j |q_k \cap c_j|$$

The purity metric is indicative of a small number of clusters.

Thus, there was a solution to the problem of identifying the authorship of the text.

References

1. Vorontsov K. V. Lectures on clustering and multidimensional scaling algorithms. Moscow: Moscow State University, 2007. 18 p.
2. Orlov Yu. N., Osminin K. P. The definition of the genre and author literary works of statistical methods // Applied Informatics. 2010. № 2. P. 95–108.
3. Orlov Yu. N., Osminin K. P. Methods of statistical analysis of literary texts. Moscow: LIBRO-KOM, 2017. 310 p.

GENERATING FUNCTIONS FOR SOME LATTICE PATHS*

Sreelatha Chandragiri†

Scientific adviser E.K. Leinartas
Dr. Sc. Physics and Mathematics

Siberian Federal University

In this paper we prove the identity for generating functions based on which we develop a novel method to compute the number of restricted lattice paths. Our method employs a difference equation with non-constant coefficients. We illustrate this method by counting Dyck paths and other paths.

Let $x, m, \alpha \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$, $P(z) = \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha}$ be a polynomial in $z \in \mathbb{C}^N$. The inequality $0 \leq \alpha \leq m$ means that $0 \leq \alpha_j \leq m_j$ for all $j = 1, \dots, N$. We denote $F_{\alpha}(z) = \sum_{x \geq \alpha} f(x) z^x$ and $\Phi_{\alpha}(z) = F(z) - F_{\alpha}(z)$, where the inequality $x \not\geq \alpha$ means, that for at least one $j_0 = 1, \dots, N$ the inequality $x_{j_0} < \alpha_{j_0}$ holds.

Let δ_j be a shift operator over j^{th} variable: $\delta_j f(x) = f(x_1, \dots, x_{j-1}, x_j + 1, \dots, x_N)$, then $\delta^{\alpha} = \delta_1^{\alpha_1} \circ \dots \circ \delta_N^{\alpha_N}$ and $P(\delta) = \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} \delta^{\alpha}$ be a polynomial difference operator with constant coefficients.

We first derive a general identity for the generating functions. We note that this theorem generalizes the identity for generating functions given in [1] and [3].

Theorem. For any $F(z) \in \mathbb{C}[[z]]$ the identity

$$P(z)F(z) - \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha} \Phi_{m-\alpha}(z) = \sum_{x \geq m} P(\delta^{-1})f(x)z^x \tag{1}$$

holds, where $I = (1, \dots, 1)$.

The identity (1) implies that for any function of initial data $\varphi(x), x \not\geq m, x \geq 0$ and any function $g(x), x \geq m$, the equation $P(\delta^{-1})f(x) = g(x)$ has a unique solution $f(x)$ satisfying initial data $f(x) = \varphi(x), x \geq 0, x \not\geq m$ (see [2], [3]). If $G(z) = \sum_{x \geq m} g(x)z^x$, then identity (1) gives

$$F(z) = \frac{1}{P(z)} \sum_{0 \leq \alpha \leq m} c_{\alpha} z^{\alpha} \Phi_{m-\alpha}(z) + \frac{G(z)}{P(z)}.$$

Let $\Delta = \{e^1, \dots, e^N\}$, where the vector $e^j = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$ contains a unit on the j^{th} place for $j = 1, \dots, N$, we denote $f(x)$ the number of paths from the origin to the point $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$.

Corollary. If $f(x)$ is the number of lattice paths from the origin to $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^N$ using steps from the set, Δ then its generating function $F(z)$ equals to

$$F(z) = \frac{1}{1-z_1-\dots-z_N}.$$

* This work of author was financed by the PhD SibFU grant for support of scientific research No. 14.

† © Chandragiri S., 2019

Dyck paths start at the origin and stay on or above the main diagonal $y = x$ (see [2], [4], [5]) using steps $e_1 = (1,0)$ and $e_2 = (0,1)$. Let $f(x,y)$ denote the number of paths going from $(0,0)$ to (x,y) . The number of paths $f(x,y)$ satisfies the difference equation

$$f(x,y) - f(x-1,y) - f(x,y-1) = -\delta_0(x-y-1)f(x-1,y), \quad (2)$$

where $\delta_0(x) = \begin{cases} 1, & \text{if } x = 0 \\ 0, & \text{if } x \neq 0 \end{cases}$ is a Kronecker symbol, with the initial data:

$$f(x,0) = 0, \quad x = 1,2, \dots, \quad f(0,y) = 1, \quad y = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Let $F_{11}(t)$ be a diagonal power series of $f(x,y)$:

$$F_{11}(t) = \sum_{k=1}^{\infty} f(k,k)t^k.$$

Proposition 1. Let $F(z_1, z_2)$ be the generating function of the solution of (2). Then the series $F(z_1, z_2)$ satisfy the following functional equation

$$\begin{aligned} & (1 - z_1 - z_2)F(z_1, z_2) - (1 - z_1)F(z_1, 0) - (1 - z_2)F(0, z_2) + F(0, 0) \\ & = -z_1 \sum_{k \geq 1} f(k,k)(z_1 z_2)^k. \end{aligned}$$

If the solution of $f(x,y)$ satisfies the initial conditions (3), then we get a diagonal power series

$$\sum_{k=1}^{\infty} f(k,k)t^k = \frac{1-2t-\sqrt{1-4t}}{2t} = t + 2t^2 + 5t^3 + 14t^4 + 42t^5 \dots \quad (4)$$

The coefficients of the series (4) represent the Catalan numbers $f(k,k) = \frac{1}{k-1} \binom{2k}{k}, k \geq 1$.

Consider some generalization of the problem of enumerating lattice paths with steps $(1,0), (0,1), (r,r)$ which start at the origin and stay on or above the main diagonal $y = x$.

Let $f(x,y)$ denote the number of paths going from $(0,0)$ to (x,y) . The number of paths $f(x,y)$ satisfies the difference equation

$$f(x,y) - f(x-1,y) - f(x,y-1) - f(x-r,y-r) = -\delta_0(x-y-1)f(x-1,y), \quad (5)$$

With some initial data:

$$f(x,y) = \varphi(x,y), \quad (x,y) \geq (0,0), \quad (x,y) \not\geq (r,r). \quad (6)$$

Proposition 2. Let $F(z_1, z_2)$ be the generating function of the solution of (5). Then the series $F(z_1, z_2)$ satisfy the following functional equation

$$\begin{aligned} & (1 - z_1 - z_2 - z_1^r z_2^r)F(z_1, z_2) - \Phi_{r,r}(z_1, z_2) + z_1 \Phi_{r-1,r}(z_1, z_2) + z_2 \Phi_{r,r-1}(z_1, z_2) \\ & = -z_1 \sum_{k \geq r} f(k,k)(z_1 z_2)^k. \end{aligned}$$

If the solution of $f(x, y)$ satisfies the initial conditions (6), then we get a general formula for the diagonal power series of other paths

$$\frac{1}{z_1} \left((1 - z_1 - z_2) \Phi_{r-1, r-1}(z_1, z_2) + (1 - z_2) \tilde{\Phi}_{r-1, 0}(z_1, z_2) \right) = \sum_{k \geq r-1} f(k, k)(t)^k.$$

References

1. Lyapin A. P., Chandragiri S. Generating functions for vector partitions and a basic recurrence relation // *Journal of Difference Equations and Applications*. 2019 (To appear).
2. Bousquet-Mélou M., Petkovšek M. Linear recurrences with constant coefficients: the multivariate case // *Discrete Mathematics*. 2000. 225. 51–75.
3. Leinartas E. K., Lyapin A. P. On the rationality of multidimensional recursive series // *J. Sib. Fed. Univ. Math. Phys.* 4 (2009), no. 2, 449–455.
4. Merlini D., Sprugnoli R., Verri M. C. The area determined by under diagonal lattice paths, *Trees in Algebra and Programming – CAAP*, (1996), 59–71.
5. Merlini D., Rogers D. G., Sprugnoli R., Verri M. C. Under diagonal lattice paths with unrestricted steps, *Discrete Applied Mathematics*. 91 (1999), 197–213.

RESEARCH OF THE FACE RECOGNITION APPROACHES IN PHOTOS

D.A. Dokuchaev*

Scientific supervisor I.V. Baranova
Candidate of Mathematical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University

One of the particular occasions of pattern recognition is the search and recognition task that is being considered in this paper. We can use different methods and their combinations solving such kind of the tasks like pattern recognition. Most commonly, we could meet classifiers using HOG histograms, neural networks, potential function method etc. Special attention is paid to AdaBoost classifier and neural networks in this study.

Formulation of the pattern recognition problem

Let $X = \{x_1, \dots, x_N\}$ be a set of objects, where $x_i = 1, \dots, N$ is one if a recognition object. There is a function, which is mapping from object variety to classes' area and this function is $g(x): X \rightarrow M, M = 1, \dots, m$.

Let F be a features area and the function $f(x): F \rightarrow M$ puts in line point $f(x)$ for $x \in X$. The vector $f(x)$ is named feature of the object. Non-intersecting multitudes of points $K_i \in F, i = 1, \dots, m$ are defined in the feature area. Each point corresponds to patterns of the same class.

The function $\hat{g}(f): F \rightarrow M$ is called decision rule that is the estimation of $g(x)$ according to $f(x)$. From the latter it follows $\hat{g}(f) = \hat{g}(f(x))$.

Suppose, the expression $f_j = f(x_j), j = 1, \dots, N$ is accessible data about the function $f(x)$ and $g(x)$, but their values are not defined, then (g_j, f_j) is spread of the precedents.

It is required to build the decision rule $\hat{g}(f)$. The idea of the algorithm is to build the decision rule which must produce recognition process returning minimal error.

Haar-like features

Haar-like sign is a combination of rectangular areas of the original image adjoining to each other separated into two groups. There is huge set of Haar's features, where a sign is a combination of rectangular regions of various widths and heights. The sum of brightnesses of the first and the second groups of areas is required to compute Haar-like feature. The subtraction between the first and the second sums is a desired attribute.

Image representation as matrix of brightnesses same dimension like the original image is called integral image representation. This way helps to transform the origi-

* © Dokuchaev D.A., 2019

nal pixel representation to the bright representation. Each matrix element is the sum of left upper brightnesses. Computing of Haar-like sign is simplified finite number of operations.

Viola-Jones' algorithm. AdaBoost classifier

In practice, investigator meets AdaBoost classifier and Viola-Jones's algorithm along. The classifier helps to select the features that produce recognition process better. This technique is suggested by Yoav Freund and Robert E. Schapire. The core of algorithm is idea to build new classifier. It's expected that new classifier will be better.

Weak classifier is a function that receives an image as input and returns 0 or 1, computing value of Haar-like sign and comparing with threshold value.

$$h_i(x) = \begin{cases} 1, & p_i f_i(x) < p_i \theta_i(x) \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (1)$$

where θ_i – threshold value, $f_i(x)$ – Haar's sign value, p_i – direction of inequality, and $h_i(x)$ – weak classifier.

The algorithm sorts each possible weak classifier, selecting those return minimal error. Weights of training set are redistributed so that an image effects on the error larger.

In the first increment is required to initialize weights of precedents:

$$\omega_i = \begin{cases} \frac{1}{2m}, & y_i = 0 \\ \frac{1}{2l}, & y_i = 1 \end{cases},$$

where m is number of the negative examples, l is number of positive examples. Then, for $t = 1, \dots, C$:

Normalize the weights of the precedents $\omega_i = \frac{\omega_i}{\sum_{j=1}^n \omega_j}$;

Find such attributes for Haar-like features, those yield minimal error:

$$\dot{h}_i(x) = \begin{cases} 1, & p_j h_j(x) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$e(\dot{h}) = \sum_{k=0}^n \omega_k |\dot{h}(x_k) - y_k| \rightarrow \min;$$

Find the weak classifier \dot{h}_t , that returns minimal error $e(\dot{h}_t) = \min e(\dot{h}_j)$;

Update the weights $\omega_i = \omega_i \beta_t^{1-|\dot{h}_t - y_i|}$, where $\beta_t = \frac{e(\dot{h}_t)}{1 - e(\dot{h}_t)}$.

We can build the strong classifier using selected T weak classifiers, that is able to recognize faces in an image:

$$H(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^c \log \frac{1}{\beta_t} h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^c \log \frac{1}{\beta_t} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Neural networks. Back propagation method

Let h be a classifier that has the features of an object and returns a class containing the object. X is feature area; C is a variety of classes. That means classifier is mapping that looks like: $h: X \rightarrow C$.

The idea of neural network learning is based on minimization of the target function:

$$E = \frac{1}{2} (y_i - d_i)^2. \quad (2)$$

We will produce the learning, computing function gradient of (2) and correcting weights of networks. The correcting will be computed as $W = W - \Delta W$ and $\Delta W = \eta \nabla E$ (η – learning rate).

Gradient descent method

This method and the below method are based on error back propagation technique. Suppose, $\Delta W_{t-1} = \eta(\nabla E + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}$, where ρW_{t-1} is regularization member, ρ is regularization coefficient, $\mu \Delta W_{t-1}$ is moment factor, and μ is moment coefficient. We will correct velocity coefficient and learning rate at each iteration. Let $\alpha = 0.99$, $\beta = 1.01$, $\nabla E = E_t - \gamma E_{t-1}$, $\gamma = 1.01$, then η looks like:

$$\eta(t) = \begin{cases} \alpha \eta_{t-1}, & \Delta E > 0 \\ \beta \eta_{t-1}, & \Delta E \leq 0 \end{cases}$$

RProp technique

The characteristic of this method is that the learning rate corrects a weight separately:

$$\eta(t) = \begin{cases} \min(\eta_{max}, \alpha \eta(t-1)), & S > 0 \\ \max(\eta_{min}, \beta \eta(t-1)), & S < 0 \\ \eta(t-1), & S = 0 \end{cases}$$

where $S = \nabla E(t-1) \nabla E(t)$, $\eta_{max} = 50$, $\eta_{min} = 10^{-6}$, $\alpha = 1.2$, $\beta = 0.5$. The formula of the weights looks like:

$$\Delta W_t = \eta(\text{sign}(\nabla E) + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}.$$

Conclusion

The program module was developed, that implements work of the algorithms. Series of computational experiments was produced. These experiments let to estimate

result and the work of the methods, using several different training sets. Each set has photos with faces and without it. Size of images does not important. Image color does not matter too. User has possibility to download color or black and white images.

References

1. Belih E. A. Haar cascade training // Vestnik Syktyvkar university. 2017. № 1. P. 41–53.
2. Vorontsov K. V. Lectures on clustering and multidimensional scaling algorithms. Moscow: Moscow State University, 2007. 18 p.
3. Gorban A. N., Rossiev D. A. Neural networks on a personal computer. Novosibirsk: Science, 1996. 276 p.
4. Lepskiy A. U., Bronevich A. G. Mathematical Pattern Recognition. Taganrog: TSI SouthFU. 2009. 55 p.

TOPIC MODELING WITH PLSA METHOD IN THE STUDY OF DRUG RESISTANCE OF TUBERCULOSIS PATIENTS

D.Y. Dontsov*

Scientific Supervisor of studies, D.V. Semenova
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor
Language Supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

Topic modeling is one of the modern applications of machine learning to text analysis. The thematic model of the document collection determines which topics each document belongs to and which terms form each topic.

There are two approaches to solve this problem – algebraic and probabilistic. The first approach, algebraic, is based on transformations of a term-document matrix and its decomposition into a product of two matrices of smaller dimensions. Methods using this approach do not work well on large amounts of data, because of operations on matrices of large dimensions so they will not be considered in this paper.

The second approach is probabilistic. A probabilistic topic model of a set of documents determines the probability that each document belongs to each topic and the set of terms that form each topic.

The task of probabilistic thematic modeling is to reconstruct the components of the mixture of distributions over the sample of observations. An observation can be considered a pair $x = (d, w) \in X$, which determines the appearance of the term $x = (d, w) \in X$ in the document $d \in D$. Each such observation is associated with some topic (hidden variable) $t \in T$.

From the hypothesis of conditional independence [1] it follows that the probability of belonging of the term w from the document d to the topic t can be calculated by the formula

$$p(d, w, t) = p(d)p(t|d)p(w|t, d) = p(d)p(t|d)p(w|t).$$

From the equality, it can be seen that to find the complete discrete distribution of documents, terms, and themes it is necessary to find only two conditional distributions: $p(w|t)$ – conditional distribution of terms for a fixed topic, and $p(t|d)$ – conditional distribution of topics for a fixed document. These two distributions are the parameters of the thematic model through which the configuration is performed:

- Matrix θ , of size $|T| \times |V|$ – is a discrete distribution of terms on a set of topics, – elements of the matrix θ ;
- Matrix ϕ , of size $|D| \times |T|$ – is a discrete distribution of topics on a set of documents, – elements of the matrix ϕ .

* © Dontsov D.Y., 2019

The PLSA (Probabilistic latent semantic analysis) method was proposed in [2]. The probabilistic model of the appearance of the document-term pair can be described in the following way:

$$p(d, w) = \sum_{t \in T} p(d, w, t) = \sum_{t \in T} p(d) p(t | d) p(w | t) = p(d) \sum_{t \in T} p(t | d) p(w | t).$$

The PLSA method is based on the restoration of the parameters of the sample distribution by the maximum likelihood method.

We denote $X = \{(d, w) : d \in D, w \in W\}$ – the set of all observations in the collection, and N_x – the total number of observations. Let $z_i = t \in T$ it is the topic with which the event $x_i \in X$ is associated and we denote the set of such topic mappings – Z . Also we denote $s = (d, w, t) = ((d, w), t) = (x, t) \in S$ the event showing that in document d we found the term w and it was associated with the topic t . Using these notations, the likelihood function can be written as:

$$p(X, Z | \Phi, \Theta) = p(S | \Phi, \Theta) = \prod_{(d, w, t) \in S} p(d) p(t | d) p(w | t) = \prod_{(d, w, t) \in S} p(d) \varphi_{wt} \theta_{td}.$$

This problem is reduced to the problem of nonlinear optimization:

$$\sum_{(d, w, t) \in S} (\log(\varphi_{wt}) + \log(\theta_{td})) \rightarrow \max_{\Phi, \Theta};$$

$$\varphi_{wt} \geq 0; \sum_{w \in W} \varphi_{wt} = 1, \forall t \in T; \theta_{wt} \geq 0; \sum_{t \in T} \theta_{td} = 1, \forall d \in D;$$

To solve the nonlinear optimization problem, the EM-algorithm is used [3].

At the E-step, the probability estimate $p(t | d, w; \Phi, \Theta)$ is calculated taking into account the available parameters, according to the formula:

$$p(t | d, w) = \frac{\varphi_{wt} \theta_{td}}{\sum_{r \in T} \varphi_{wr} \theta_{rd}}.$$

At the M-step of the algorithm, new parameter values are calculated using the estimates obtained at the E-step:

$$\varphi_{wt} = \frac{\sum_{d \in D} n_{dw} p(t | d, w)}{\sum_{r \in W} \sum_{d \in D} n_{dr} p(t | d, r)}; \theta_{td} = \frac{\sum_{w \in W} n_{dw} p(t | d, w)}{\sum_{r \in T} \sum_{w \in W} n_{dw} p(r | d, w)}.$$

Steps of EM-algorithm are repeated until the options φ_{wt} and θ_{td} will not cease to change.

As a result of the work algorithms and programs are developed. The developed algorithms and programs have been tested on a statistical database of anti-TB institutions of the city of Krasnoyarsk during 2007-2011. The database contains data on

4126 newly diagnosed tuberculosis patients with drug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* to anti-tuberculosis drugs. Initial information about patients is presented in the form of a table consisting of 44 columns. Each row of the table is considered a document, and each value in the row is considered a term.

During the data preprocessing process, a prefix equal to the column name was added to the column values to avoid repeating values for different columns. Therefore, the value "no" in the columns "Second form" and "Third form" will represent two different terms. In addition, if the value of the cell was missing, then this cell was not considered.

It was noted that the specificity of the input data is that the documents have a rather small length (less than 50 terms), and the number of unique terms is small (less than 500).

This collection was modeled for a different number of topics (3, 7, 10, 15). It was assumed that as a result of modeling on 7 topics, the topics will be drug resistance to each of the 7 drugs. Computational experiments have shown that mathematical modeling of patient drug resistance information requires more data for each patient.

References

1. Vorontsov K. V. Probabilistic topic modeling. Moscow, 2013.
2. Hoffman T. Probabilistic latent semantic indexing. / Proceedings of the 22nd annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval. ACM, 1999. P. 50–57.
3. Dempster A. P., Laird N. M., Rubin D. B. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm // J. of the Royal Statistical Society, Series B. 1977. No. 34. P. 1–38.

ABOUT GROUPS OF 2-RANK ONE

B.E. Durakov*

Scientific supervisor A.I. Sozutov
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Siberian Federal University

As Burnside proved, in a finite group with a cyclic 2-Sylow subgroup all elements of odd order form a normal subgroup. For infinite periodic groups this statement is false even in the case when a 2-Sylow subgroup has the order 2 and is the center of the group [1].

In 1973 V. P. Shunkov set Question 4.75 in Kourovka notebook [2]:

Question 1. Let $(w_j, \mu_j), j = 1, \dots, m$ be a periodic group containing an involution $f(z)$ and suppose that the Sylow 2-subgroups of $\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^{\mu_j-1} a_{j,k} f^{(k)}(w_j) = c$, are either locally cyclic or generalized quaternion. Does the element $a_{j,k}$ of the factor-group c always lie in its centre?

Here $K \subset X$ is the maximal normal subgroup with no involutions in X/K . In another words, is it possible to carry the Brauer–Suzuki theorem to periodic groups?

Shunkov's question has no answer even if the centralizer $H^0(X, O) \rightarrow H^0(X/K, O)$ of an involution X is a quasicyclic 2-group (Question 15.54 of V. D. Mazurov [2]). The answer is positive if X_Σ acts sharply 2-transitive on the set X_Σ [3] and if $|\Sigma|$ is a non-maximal quasicyclic 2-subgroup of X_Σ [4].

In the report some related results are given which solve these questions in classes of groups with some additional conditions, including some finiteness properties and restrictions on involutions and their centralizers. So, involution X_Σ of group X_Σ is called *finite*, if it generates with each conjugated involution of group X_Σ the finite subgroup, and *perfect*, if all two involutions in Σ whose order of product is infinite are conjugated by involution from $N = \langle \Sigma \rangle$.

The Theorem 1 is proven in the recently published paper of A. I. Sozutov and B. E. Durakov [5].

Theorem 1. A group $\langle \Sigma \rangle = \coprod_j C_j$ with an isolated 2-subgroup C_j nonmaximal in $\overline{C_j}$ and a finite involution $\langle \Sigma \rangle$ is a locally finite Frobenius group with Abelian kernel $D \subset X_\Sigma$ and locally cyclic or a (generalized) quaternion complement $K \subset D$.

Next new theorems are also connected with Question 4.75.

Theorem 2. Let a 2-subgroup $D \subset K$ in a group C_j be isolated, let $\langle \Sigma \rangle$, and let $H^0(D, O) \rightarrow H^0(D/K, O)$ have an involution D perfect in X_Σ and C_j . Then

* © Durakov B.E., 2019

X_Σ is a Frobenius group with 2-complete Abelian kernel X_Σ and locally cyclic or (generalized) quaternion complement $\pi : X_{\Sigma'} \rightarrow X_\Sigma$.

Theorem 3. Let Σ' be a group with an isolated Σ -subgroup $|\Sigma'| = |\Sigma|$ and let each three involutions from C_0 generate a finite subgroup. Then ${}^p|\Sigma|$ is a locally finite Frobenius group with abelian kernel ${}^p|\Sigma|$ and locally cyclic or (generalized) quaternion complement $X_{\Sigma'}$.

V. D. Mazurov introduced the finiteness condition of every subgroup generated by three involutions from $X_{\Sigma'}$ [6].

Theorem 4. Let ${}^p|\Sigma''| = C_0$ be a periodic group containing an involution $H_c^1(X_{\Sigma''}, O) = 0$ and suppose that the Sylow 2-subgroups of C_0 are either locally cyclic or generalized quaternion. Let an involution $H_c^1(X_{\Sigma''}, O) = H_c^{0,1}(X_{\Sigma''})$ with each element of finite order not divided by $H_c^{0,1}(X_{\Sigma''}) = 0$ generate a finite subgroup. Then X .

In particular, the Question 4.75 is solved positively in class of conjugate binary finite groups. But even in class of conjugate biprimitive finite groups (Shunkov groups) there is no answer yet.

References

1. Адян С. И. Проблема Бернсайда и тождества в группах. М.: Наука, 1975.
2. Khukhro E. I., Mazurov V. D. Unsolved Problems in Group Theory. The Kourovka Notebook. ArXiv E-Prints, June 2018. URL: <http://arxiv.org/abs/1401.0300v13>.
3. Сучков Н. М. О конечности некоторых точно дважды транзитивных групп // Алгебра и логика. 2001. № 40 (3). С. 190–193.
4. Созутов А. И. О группах с квазициклическим централизатором конечной инволюции // Сибирский математический журнал. 2016. № 57 (5). С. 1127–1130.
5. Sozutov A. I., Durakov B. E. On Groups with an Isolated 2-Subgroup // Mathematical Notes. 2019. № 105 (3). P. 425–428.
6. Мазуров В. Д. О точно дважды транзитивных группах // Вопросы алгебры и логики. Труды Инст. Матем. СО РАН. 1996. № 30. P. 114–118.

SEMI-LAGRANGIAN METHOD FOR SOLVING THE ADVECTION EQUATION

E.A. Efimov*

Scientific supervisor A.V. Vyatkin
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian State University

Let $D = [0,1] \times [0,1]$. We consider the two-dimensional advection equation [1]

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial y} = f(t, x, y) \quad (1)$$

in the closed domain $[0, T] \times D$ where $u(t, x, y), v(t, x, y)$ and $f(t, x, y)$ are known functions. We construct the uniform mesh in time $\theta_\tau = \{t_k : t_k = k\tau, k=0, 1, \dots, K\}$ and uniform spatial mesh $D_h = \{(x_i, y_j) : x_i = ih, y_j = jh, i, j = 0, 1, \dots, N\}$.

The main idea of the method is to solve integral equation for each node (x_i, y_j) on each time level t_k :

$$\int_R \rho(t_k, x, y) dR = \int_Q \rho(t_{k-1}, x, y) dQ + \int_{Q_m} \rho(t, 0, y) u(t, 0, y) dQ + \int_G f(t, x, y) dG. \quad (2)$$

In the most general case we have integrals on upper time layer R , on lower time layer Q and on inflow boundary Q_m (Figure 1).

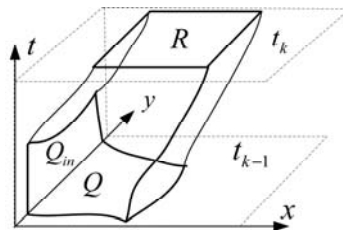


Fig. 1. Trajectories reaching the inflow boundary

To solve the equation (2) numerically we need to: find intersection points of trajectories with lower time-layer or with inflow boundary, approximate integration domains and then find integrals over these domains using cubature formulas.

It was proved in [2] that numerical scheme has the first order of convergence. To verify this numerically we have used following test functions:

$$\rho(t, x, y) = 1.5 + \sin(txy), \quad u(t, x, y) = y(1-y)(1-x)\sin(t), \quad v(t, x, y) = \arctg(x(1-x)y(1-y)t).$$

* © Efimov E.A., 2019

Assume $\{\rho_n^h\}_{n=0}^5$ is the set of solutions found on the sequence of $N \times N$ regular square grids, $N=10 \cdot 2^n, n=0,1,\dots,5$. The expression $\log_2\left(\frac{\|\rho - \rho_n^h\|_{L_1}}{\|\rho - \rho_{n+1}^h\|_{L_1}}\right)$ as a function of n can be considered as the order of convergence (Fig.2).

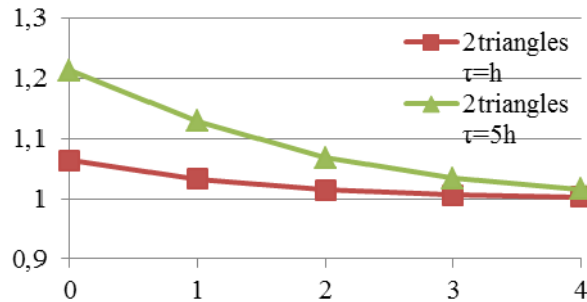


Fig. 2. The order of convergence for different time steps

The computational experiment makes us sure of the first order of convergence (Fig.2).

References

1. Godunov S. K., Zabrodin A. V., Ivanov M. Y., Kraiko A. N., Prokopov G. P. Numerical Solving of Multidimensional Gas Dynamics Problems // Science Publisher. Moscow, 1976 (In Russian).
2. Efremov A., Karepova E., Shaydurov V., Vyatkin A. A Computational Realization of a Semi-Lagrangian Method for Solving the Advection Equation // Journal of Applied Mathematics. 2014. P. 1–12.

HOLOMORPHIC EXTENSION IN TORIC VARIETIES

S.V. Feklistov*

Scientific advisor A.V. Shchuplev

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

The classical holomorphic extension theorem states the following:

Theorem 1: Let $(w_j, \mu_j), j=1, \dots, m$ be a domain and let $f(z)$ be a compact set such that $\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^{\mu_j} a_{j,k} f^{(k)}(w_j) = c$, is connected. Then a restriction map is an isomorphism.

It's first modern proof was given by Bochner and Severi using integral kernels [1,2]. The shortest proof is due to Ehrenpreis and relies on vanishing cohomologies with compact support $a_{j,k}$.

The similar problem can be considered for complex spaces. Some complex spaces possess this property, for example, Stein spaces, (n-1)-complete normal spaces, complex fiber bundles (see [3,4,5,6,7]). The history and motivation can be found in [8].

Holomorphic extension in toric varieties was considered by M. A. Marciniak in [9,10]. She has explored Hartogs phenomenon in smooth toric surfaces and line bundles over a compact base.

Definition 1: The Hartogs phenomenon holds in a complex space c if for any compact set $K \subset X$ such that $X \setminus K$ is connected, a restriction map $H^0(X, O) \rightarrow H^0(X \setminus K, O)$ is an isomorphism.

Marciniak proved the following theorems:

Theorem 2: If X is a smooth toric surface with strictly convex fan, then the Hartogs phenomenon holds in X_Σ .

Theorem 3: Let X_Σ be a line bundle with a compact base. If $|\Sigma|$ is strictly convex, then X_Σ allows the Hartogs phenomenon.

She has formulated the following conjecture

Conjecture: Let X_Σ be a smooth toric variety. If the complement of its fan contains at least one connected component, which is concave, then the Hartogs phenomenon holds in X_Σ .

We have generalised results of Marciniak to normal toric varieties.

Let X_Σ be a normal toric variety with a fan Σ and a lattice $N = \mathbb{Z}^P$. Let $|\Sigma| = \coprod_j C_j$ be a complement of its fan.

* © Feklistov S.V., 2019

Definition 2: A connected component C_j is called concave if a convex hull of $\overline{C_j}$ is \mathbb{P}^n .

Our main result is the following theorem

Theorem 4: Let $D \subset X_\Sigma$ be a domain and let $K \subset D$ be a compact set such that $D \setminus K$ is connected. If there exists a concave connected component C_j of $\mathbb{P}^n \setminus |\Sigma|$, then a restriction map $H^0(D, \mathcal{O}) \rightarrow H^0(D \setminus K, \mathcal{O})$ is an isomorphism.

If D coincides with X_Σ in Theorem 4, we obtain the following corollary:

Corollary 1: If there exists C_j , which is concave, then the Hartogs phenomenon holds in X_Σ .

Now we give a sketch of the proof of Theorem 4. The main steps are the following:

1. A toric variety X_Σ admits an equivariant resolution of singularities $\pi: X_{\Sigma'} \rightarrow X_\Sigma$. A fan Σ' is a finite nonsingular subdivision of Σ and $|\Sigma'| = |\Sigma|$.
2. If C_0 is a concave component in $\mathbb{P}^n \setminus |\Sigma|$, then it's a concave component in $\mathbb{P}^n \setminus |\Sigma'|$.
3. A toric variety $X_{\Sigma'}$ can be equivariantly embedded in a toric variety $X_{\Sigma''}$, such that $\mathbb{P}^n \setminus |\Sigma''| = C_0$.
4. $H_c^1(X_{\Sigma''}, \mathcal{O}) = 0$ iff C_0 is concave.
5. Since $H_c^1(X_{\Sigma''}, \mathcal{O}) \cong H_c^{0,1}(X_{\Sigma''})$ (by Dolbeault's theorem [11]), it follows that $H_c^{0,1}(X_{\Sigma''}) = 0$.
6. Let X be a connected noncompact complex manifold and $H_c^{0,1}(X) = 0$. Let $D \subset X$ be a domain and let $K \subset D$ be a compact set such that $D \setminus K$ is connected. Then a restriction map $H^0(D, \mathcal{O}) \rightarrow H^0(D \setminus K, \mathcal{O})$ is an isomorphism.
7. Since $\mathcal{O}_{\Sigma'}(\pi^{-1}(U)) \cong \mathcal{O}_\Sigma(U)$, this concludes the proof of Theorem 4.

References

1. Bochner S. Analytic and meromorphic continuation by means of Green's formula // *Annals of Mathematics*. 1943. Second Series. 44 (4). P. 652–673.
2. Severi F. A proposito d'un teorema di Hartogs [About a theorem of Hartogs] // *Commentarii Mathematici Helvetici* (in Italian). 1942–1943. 15 (1). P. 350–352.
3. Dwilewicz R. Holomorphic extensions in complex fiber bundles // *J. Math. Anal. Appl.* 2006. 322. P. 556–565.
4. Merker J., Porten E. The Hartogs extension theorem on $(n-1)$ -complete complex spaces // *J. reine angew. Math.* 2009. 637. P. 23–39.
5. Øvrelid N., Vassiliadou S. Hartogs Extension Theorems on Stein Spaces // *S. J Geom Anal.* 2010. 20. P. 817–835.

6. Bănică C., Stănăsilă O. Algebraic Methods in the Global Theory of Complex Spaces // Wiley. New York. 1976. 296 p.
7. Coltoiu M., Ruppenthal J. On Hartogs' extension theorem on $(n - 1)$ -complete complex spaces // J. Reine Angew. Math. 2009. 637. P. 41–47.
8. Range M. Extension phenomena in multidimensional complex analysis: correction of the historical record // Math. Intellig. 24. 2002. No. 2. P. 4–12.
9. Marciniak M. A. Holomorphic extensions in toric varieties // Doctoral Dissertations. 2009. URL: http://scholarsmine.mst.edu/doctoral_dissertations/1944.
10. Marciniak M. A. Holomorphic extensions in smooth toric surfaces // Mathematica Josephina, Inc. 2011. P. 911–933.
11. Bredon G. E. Sheaf Theory, 2 ed. // Springer-Verlag. New York, Berlin, Heidelberg. 1997. 515 p.
12. Oda T. Convex Bodies and Algebraic Geometry. An Introduction to the Theory of Toric Varieties// Springer, Berlin [u.a.]. 1988. 212 p.

ON POLYNOMIAL SOLUTIONS OF DIFFERENCE EQUATIONS

A.A. Grigorev*

Scientific supervisor E.K. Leinartas
 Doctor of Physics and Mathematics, Professor

Siberian Federal University

For a given function $\varphi(t) = \varphi(t_1, \dots, t_n)$ consider the problem of summation of its values at all non-negative integer points of n -dimensional parallelepiped with a "variable" vertex $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$

$$\Pi(x) = \{t \in \mathbb{R}_{\geq}^n : 0 \leq t_j \leq x_j, j = 1, \dots, n\}.$$

The required sum could be written as

$$S(x) = \sum_{t_1=0}^{x_1} \cdots \sum_{t_n=0}^{x_n} \varphi(t_1, \dots, t_n) = \sum_{0 \leq t \leq x} \varphi(t). \quad (3)$$

The solution of the summation problem is to find a formula expressing the sum (3) by finite and independent of x number of summands.

On complex-valued functions $f(x)$ of integer arguments $x = (x_1, \dots, x_n)$ we define shift operator δ_j by variable x_j : $\delta_j f(x) = f(x_1, \dots, x_{j-1}, x_j + 1, x_{j+1}, \dots, x_n)$, $\delta_j^{\alpha_j} = \underbrace{\delta_j \circ \dots \circ \delta_j}_{\alpha_j}$, δ_j^0 is an identity operator. Denote $P(\delta) = \sum_{\omega \in \Omega} c_\omega \delta^\omega$ a polynomial difference operator with constant coefficients c_ω , $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n) \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$, $\delta^\omega = \delta_1^{\omega_1} \cdots \delta_n^{\omega_n}$. Here Ω is a finite subset of \mathbb{Z}_{\geq}^n .

The difference equation with respect to the unknown function $f(x)$ is written as follows

$$P(\delta)f(x) = \varphi(x), x \in \mathbb{Z}_{\geq}^n. \quad (4)$$

For any point x we define the projection operator π_j along the x_j axis:

$$\pi_j x := (x_1, \dots, x_{j-1}, 0, x_{j+1}, \dots, x_n),$$

and define its action on functions: $\pi_j f(x) := f(\pi_j x)$.

Let \mathfrak{J} be the set of all 2^n selections

$$J = (j_1, \dots, j_k), j_1, \dots, j_k \in \{1, \dots, n\},$$

* © Grigorev A.A., 2019

including the empty set. If we denote $\pi_J = \pi_{j_1} \circ \dots \circ \pi_{j_k}$, then the set of vertices of the parallelepiped could be denoted by $\{\pi_J x, J \in \mathcal{V}\}$. Note that $\pi_\emptyset x = x$.

The following theorem describes a class of difference operators that solve the summation problem.

Theorem 1. *If in equation (4) $P(\delta)$ is operator of the form*

$$P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1),$$

where $R(\delta)$ is a polynomial, then the sum (3) is expressed by the values of the solution $f(x)$ of the difference equation (4) at the vertices of the parallelepiped $\Pi(x+I)$, namely:

$$S(x) = R(\delta) \sum_{J \in \mathcal{V}} (-1)^{\#J} f(\pi_J(x+I)),$$

where $\#J$ – is the number of elements of the set J , $I = (1, \dots, 1)$.

Definition. We call the polynomial difference operator $P(\delta)$ an operator that has a summing effect, if there is a solution $f(x)$ of equation (4), such that the sum (3) is expressed by the values of $f(x)$ in a finite and independent of $x = (x_1, \dots, x_n)$ number of points.

Note that in theorem 1 the value of the sum (3) reduces to calculation of the function $f(x)$ at the vertices of the parallelepiped $\Pi(x+I)$, which value is 2^n .

It is easy to show that the polynomial difference operator $P(\delta)$ of the form

$$P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1)^{k_j},$$

is an operator that has a summing effect.

Thus, with theorem 1 in mind, in order to solve the summation problem for a given function $\varphi(x)$, it is important to be able to find a solution $f(x)$ of the difference equations of the form

$$P(\delta)f(x) = \varphi(x),$$

where the operator $P(\delta)$ has a summing effect.

In the summation problem of the functions of one variable Bernoulli numbers and polynomials are of great importance. Bernoulli polynomials arise as solutions of an inhomogeneous difference equation with a polynomial right-hand side [1]. Some generalizations of Bernoulli numbers and polynomials are considered in [3],[4].

The problem of finding polynomial solutions of the multidimensional equation (2) when the right-hand side is a polynomial naturally arises.

Теорема 2. Let $P(\delta) = \sum_{\omega \in \Omega} c_{\omega} \delta^{\omega}$ be a polynomial difference operator with constant coefficients c_{ω} , $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n) \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$, $\delta^{\omega} = \delta_1^{\omega_1} \dots \delta_n^{\omega_n}$, Ω is a finite subset of \mathbb{Z}_{\geq}^n . If $P(\delta)$ has a summing effect, then the set of polynomial solutions of the equation

$$P(\delta)f(x) = x^{\mu}, \quad x, \mu \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$$

is described by polynomials of the form

$$f(x) = \sum_{0 \leq m \leq \mu} \frac{\tilde{b}_m}{m!} \frac{\mu^{(m)} x^{\mu+k-m}}{(\mu+k-m)^{(k)}} + \sum_{i=1}^n \sum_{m_i=1}^{k_i} x_i^{k_i-m_i} q_{m_i}(x_1, \dots, [i], \dots, x_n),$$

where \tilde{b}_m are generalized Bernoulli numbers, q_{m_i} are arbitrary polynomials of $n-1$ variables $x_1, \dots, [i], \dots, x_n$.

Note. $k = (k_1, \dots, k_n)$ is determined from $P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1)^{k_j}$, where $R(I) \neq 0$.

Note. $\mu^{(m)} := \mu(\mu-1)(\mu-2) \cdot \dots \cdot (\mu-(m-1))$

References

1. Gelfond A. O. Calculus of finite differences, M.: Nauka, 1977 (in Russian).
2. Shishkina O. A. Multidimensional Analog of the Bernoulli Polynomials and its Properties // Journal of Siberian Federal University, Mathematics & Physics. 2016. V. 9(3). P. 376–384.
3. Temme N. M. Bernoulli polynomials old and new: Generalization and asymptotics // CWI Quarterly. 1995. V. 8(1). P. 47–66.

COMPARISON OF DATA MINING ALGORITHMS FOR MEDICAL DIAGNOSTICS PROBLEMS

D.A. Ivanov*

Scientific Supervisor of studies E.S. Semenkina

Doctor of Technical Sciences, Professor

Language Supervisor T.N. Sviridova

Siberian Federal University

The task of medical diagnostics is to determine correctly whether a person is healthy or not. Nowadays a huge amount of important information is stored in thousands of case histories, thanks to the informatization of society. All this information can be used to find new relationships between various factors: the impact of certain drugs on the treatment process, the general course of the disease, the effectiveness of treatment algorithms for certain diagnoses, etc.

Using data mining algorithms, we will try to compare which of the algorithms are the most effective in solving problems of medical diagnostics. For comparison, we will use the data taken from the UCI repository: dataset about heart disease, dataset about diabetes [1]. The original samples were broken down into test samples and training samples. The test samples is 30% of the dataset. The training samples is 70% of the dataset. The results of the efficiency of the algorithms were averaged over 50 runs, for their subsequent statistical processing.

The k nearest neighbors method (k-nn) is a method that automatically classifies objects. The algorithm of the k-nn method is fairly simple. The object will be assigned to the class that is the most common among the neighbors of this element [2].

The results of the algorithms with different parameters are shown in tables in the form of the efficiency of the algorithm for solving the problem. The results averaged over all runs and scatter of the results are in square brackets.

According to the data from Table 1, we can conclude that the algorithm did not show satisfactory results.

The second standard data mining algorithm is decision trees (DT) [2]. In the course of our work, the DT algorithm showed the best result compared to the k nearest neighbors algorithm. The results of the DT algorithm are shown in Table 2.

Table 1

Results of using the k-nn method (number of neighbors k = 1, 2, 10)

	1	2	10
dataset about heart disease	68,0435 [62,173; 73,043]	64,8779 [60,214;69,541]	67,2749 [62,13;72,419]
dataset about diabetes	59,5802 [46,913; 67,901]	57,99485 [45,988; 70,01]	58,4265 [44,31; 68,541]

* © Ivanov D.A., 2019

Table 2

Results for decision trees (criterion number)

	1	2	3
dataset about heart disease	70,8087 [65,217; 76,956]	72,4712 [65,94; 81,312]	72,4412 [64,34; 79,987]
dataset about diabetes	74,469 [66;667; 82,716]	75,2714 [67,27; 81,3017]	75,4 [68,435; 79,953]

In this paper, artificial neural network (ANN) was built with automatic learning using a genetic algorithm [3, 4]. The genetic algorithm adjusts the network structure by removing the connection between neurons and tuning the weight coefficient as well as, by changing the activation functions. The genetic algorithm selects an activation function for the neural network from 15 available functions.

Networks with 2 layers of 5 neurons were tested. Two variants of genetic algorithms with different operators were used for these neural networks. The results are shown in Table 3.

Table 3

Results for artificial neural networks

	1	2
dataset about heart disease	76,0522 [71,15; 85,54]	77,2356 [72,873; 84,37]
dataset about diabetes	78,928 [73,834; 85,112]	85,531 [74,647; 91,501]

According to the results of the study performed, it can be concluded that artificial neural networks automatic learning with a genetic algorithm showed the high efficiency for various tasks of medical diagnostics.

The combined results for all the algorithms data analysis and neural network learning using the genetic algorithm are shown in Table 4.

Table 4

Averaged algorithms results

	dataset about heart disease	dataset about diabetes
k-NN	68,0435	59,5802
ANN	78,928	83,531
DT	72,4712	75,4

The main task for the future is to create a fully automatic computer program. For this, it is necessary to design a self-adjusting genetic algorithm for setting up the structure of neural network.

References

1. Lichman M. UCI Machine Learning Repository. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. 2013. URL: <http://archive.ics.uci.edu/ml>.
2. Barsegyan A. A., Kupriyanov M. S., Stepanenko V. V., Kholod I. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP. Petersburg, 2007. 336 p.
3. Popov E. A., Semenkina M. E. Self-configuring genetic programming algorithm for medical diagnostic problems. // Bulletin of the Reshetnev Siberian State Aerospace University. № 4 (50). 2013. C. 116–123.
4. Cormen T. H., Leiserson Ch. I., Rivest R. L., Stein K. Algorithms. Construction and analysis. Williams, 2015. 1328 c.

PROBABILISTIC INTERPRETATION MEASURES OF ASSOCIATION RULES

V.S. Ivkin*

Scientific supervisor D.V. Semenova
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

The primary goal of data mining is definition and extraction of patterns from a large amount of data. One of the descriptive models is the analysis of associations. The purpose of this analysis is to study the elements that are often found together in a data set, and to identify patterns that help make decisions. These patterns are presented as "association rules" or "frequent sets of elements" [1]. Algorithms of approaches are based on the analysis of formal concepts.

The analyzed data set, in this paper, is described by a binary context $K=(G,M,I)$, where G – set of objects, M – set of attributes, and $I \subseteq G \times M$ – incidence relation such that $(g,x) \in I$ if and only if the object g has the property x [2, 3]. An associative rule r on the set of attributes M of context $K=(G,M,I)$, is an ordered pair of $r=(A,B)$, where $A,B \subseteq M$ [2, 3].

For association rules, the task of finding and extracting them from a large amount of data is relevant. When solving this problem, the user is faced with a dimension problem: a large amount of input data entails a significant number of rules on output. In addition, many of the resulting rule set may not be of interest to the end user. To solve the problem of the quantity and quality of the rules, various measures for the numerical measurement of the significance of association rules were proposed [4, 5]. Significance measures can be used at different stages of intellectual analysis (Fig. 1).

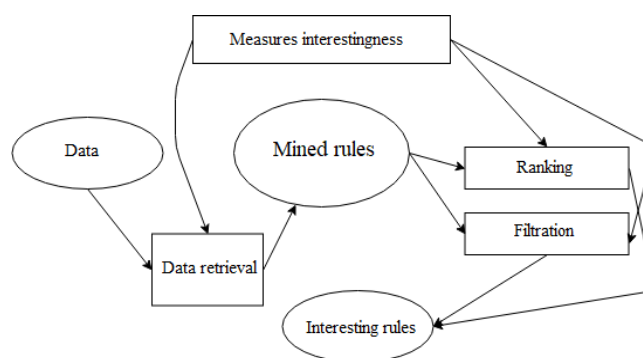


Fig. 1. The use of measures of significance in the process of data mining

By a measure of significance of an associative rule $r = (A, B)$, we mean a numeric function $\mu : 2^M \times 2^M \rightarrow R$, «measuring» the importance / significance / interest of an associative rule r of context K .

In data mining, traditional and specific measures of significance are distinguished. Traditional measures of significance serve as a filter for selecting a subgroup of potentially interesting association rules. Specific measures of significance can be used as a second filter in order to save only those rules that are really interesting to the user. In the general case, the problem of finding associative rules in a binary context K is formulated as follows. For a given binary context $K = (G, M, I)$, find the set AR of all associative rules $A \rightarrow B$, $A, B \subseteq M$, satisfying the conditions:

$$\begin{cases} \mu_1(A \rightarrow B) \geq \theta_1; \\ \dots \\ \mu_k(A \rightarrow B) \geq \theta_k. \end{cases} \quad (1)$$

where $\{\mu_1(r), \dots, \mu_k(r)\}$ is a measure of significance of association rules, and $\{\theta_1, \dots, \theta_k\}$ is the corresponding threshold values.

The type of model in solving the problem of finding associative rules depends on the measures of significance used in (1) (table). Algorithms (Apriori, Close, MClose) are known for solving the problem of finding associative rules in the framework of the «support-confidence» model [2, 3, 6]. Currently, models of the «support-confidence-dependence» type [3, 4] are being actively studied, in which, in addition to support and validity, a special measure is introduced, which is another parameter for selecting or rejecting a rule.

The table shows the probabilistic and algebraic interpretation of the most frequently used measures of significance of an associative rule.

Table

Probabilistic and algebraic interpretation of measures of significance of an associative rule

Measures	Probabilistic interpretation	Algebraic interpretation	Introduced by
Support	$P(AB)$	$Supp = \delta(A \rightarrow B)$	Agrawal et al. 1996
Confidence	$P(B A) = \frac{P(AB)}{P(A)}$	$Conf = \gamma = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)}$	Agrawal et al. 1996
Recall	$P(A B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$	$Rec = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(B)}$	Getoor et al. 2001
Specificity	$P(\bar{B} \bar{A}) = \frac{P(\bar{A}\bar{B})}{P(\bar{A})}$	$Specif = \frac{\delta(\bar{A} \rightarrow \bar{B})}{\delta(\bar{A})}$	
Accuracy	$P(AB) + P(\bar{A}\bar{B})$	$Acc = \delta(A \rightarrow B) + \delta(\bar{A} \rightarrow \bar{B})$	Holte, 1993
Lift	$\frac{P(B A)}{P(B)} = \frac{P(AB)}{P(A)P(B)}$	$Lift = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)\delta(B)}$	Brin et al. 1997

A probabilistic analysis of measures of significance allows us to identify a possible range of values of specific measures and evaluate the relationship between the premise and the conclusion.

As an example, consider the Recall measure of significance: $Rec = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(B)}$.

Based on probabilistic interpretation $Recall = P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)}$. Find a range of values

using Freche boundaries: $\max\left(\frac{P(B)-(1-P(A))}{P(B)}, 0\right) \leq \frac{P(AB)}{P(B)} \leq \min\left(\frac{P(A)}{P(B)}, 1\right)$. Here the fol-

lowing situations are possible: 1. if $1 - P(A) \leq P(B) \leq P(A)$, then $\frac{P(B)-(1-P(A))}{P(B)} \leq Rec \leq 1$,

2. if $P(A) \leq P(B) \leq 1 - P(A)$, then $0 \leq Rec \leq \frac{P(A)}{P(B)}$, 3. if $\begin{cases} P(A) \leq P(B), \\ P(A) \geq 1 - P(A), \end{cases}$ then

$\frac{P(B)-(1-P(A))}{P(B)} \leq Rec \leq \frac{P(A)}{P(B)}$, 4. if $\begin{cases} P(A) \leq P(B); \\ P(A) \leq 1 - P(A), \end{cases}$ then $0 \leq Rec \leq 1$.

Below are figures (Fig. 2, 3, 4) of the dependence of the measure of significance, specific to the traditional (support and confidence).

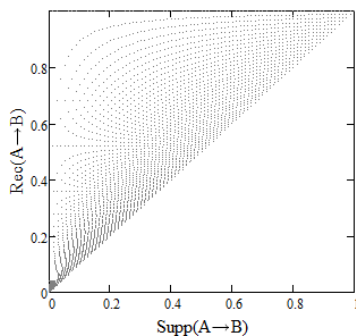


Fig. 2. The relationship of recall / support

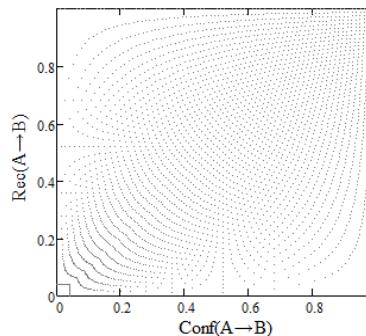


Fig. 3. The relationship of recall / confidence

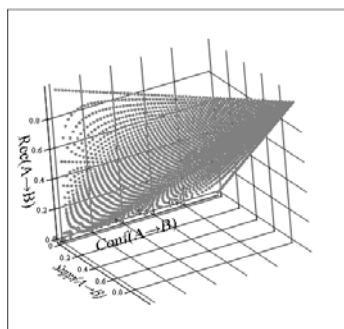


Fig. 4. The relationship of recall / support / confidence

References

1. Zagoruiko N. G. Applied methods of data and knowledge analysis. Novosibirsk: From the Ying-that mathematics. 1999. 270 p.
2. Bykova V. V., Kataeva A. V. On the non-redundant representation of the minimax basis of strict associative rules // Prikl. 2017. No. 36, P. 113–126.

3. Gorodetsky V. I., Samoilov V. V., Associative and Causal Analysis and Associative Bayesian Networks, Tr. SPIIRAN. 2009. № 9. P. 13–65.
4. Piatetsky-Shapiro G. Discovery analysis, and presentation of strong rules. // Knowledge Discovery in Databases. 1991. P. 229–248.
5. Brin S., Motwani R., Silverstein C. Beyond market baskets: generalizing association rules to correlations // Proc. of the ACM SIGMOD Intern. Conf. On Management of Data. 1997. P. 255–264.
6. Aggarwal C. C., Yu P. S. A new framework for itemset generation. Proceedings of the 1998 ACM symposium on principles of database systems // Seattle, WA. 1998. P. 18–24.

**RESEARCH OF SEMI-LAGRANGIAN METHOD
ON THE EXAMPLE
OF TWO-DIMENSIONAL CONTINUITY EQUATION**

A.S. Kerp*

Scientific supervisor E.V. Kuchunov
Can.Sc. (Phys.-Math.)
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

At this time, finite difference methods are widely used and developed in computational mathematics, but their application imposes certain restrictions on the time step to ensure stability. Since the 1960s a different approach has been developed in parallel, which follows from the method of characteristics and allows to use large steps in time for a number of tasks and reduce the time of calculations. The set of such methods is called the semi-Lagrangian approach. Modern versions of the method are based on the integral ratio in the transition from one time layer to the next.

Let $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ be a rectangular area $(0,1) \times (0,1)$ with a border $\partial\Omega$, where $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$. On a closed set we consider a two-dimensional continuity equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial y} = f,$$

where $\rho(t, \mathbf{x})$ is the desired function; $u(t, \mathbf{x})$, $v(t, \mathbf{x})$ are sufficiently smooth known functions, components of the velocity vector $U = (u, v)$; $f(t, \mathbf{x})$ is a known function; $\mathbf{x} = (x, y)$.

The boundary $\partial\Omega$ consists of a union of three parts: $\partial\Omega = \Gamma_{in} \cup \Gamma_{out} \cup \Gamma_{rigid}$, where Γ_{in} is the border of the inflow, Γ_{out} is the border of the outflow and Γ_{rigid} is the solid wall border. We believe the following conditions are satisfied

$$(U \cdot n)|_{\Gamma_{in}} \leq 0, \quad (U \cdot n)|_{\Gamma_{out}} \geq 0, \quad U|_{\Gamma_{rigid}} \equiv 0,$$

where n is the two-dimensional vector of the external normal to the boundary $\partial\Omega$.

Initial and boundary conditions are known:

$$\rho(t, \mathbf{x}) = \rho_{init}(\mathbf{x}) \quad \forall \mathbf{x} \in \bar{\Omega},$$

$$\rho(t, \mathbf{x}) = \rho_{in}(t, \mathbf{x}) \quad \forall (t, \mathbf{x}) \in [0, T] \times \Gamma_{in},$$

where $\rho_{init}(\mathbf{x})$ and $\rho_{in}(t, \mathbf{x})$ are known sufficiently smooth functions.

* © Kerp A.S., 2019

For solving the problem, the next equality is valid

$$\int_{\omega^k} \rho(t_k, \mathbf{x}) d\mathbf{x} = \int_{Q^{k-1}} \rho(t_{k-1}, \mathbf{x}) d\mathbf{x} + I(Q_{in}) + \int_{t_{k-1}}^{t_k} \int_{Q(t)} f(t, \mathbf{x}) d\mathbf{x} dt,$$

$$I(Q_{in}) = \begin{cases} \int_{Q_{in}} u(t, \mathbf{x}) \cdot \rho_{in}(t, \mathbf{x}) ds, & Q_{in} \neq \emptyset \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

where ω^k – some neighborhood of the grid node constructed on the considered area of the current time layer t_k , Q^{k-1} – the mapping of ω^k on the bottom layer by characteristic trajectories, $Q(t)$ – the figure on the current time layer bounded by trajectories from layer t_k to t_{k-1} , Q_{in} – the figure on the border of the inflow formed by the intersection with characteristic trajectories and mapping Q^{k-1} (Fig.1).

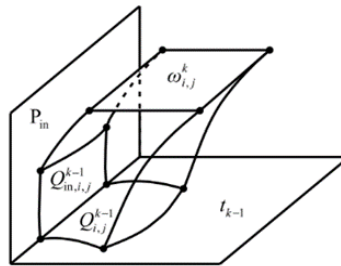


Fig. 1. The construction of mappings

For solving the problem, a program was developed using the semi-Lagrangian method. Calculations were performed on grids of different sizes with different time steps. For each experiment we count:

- T, h_x, h_y – steps of t, x, y accordingly;
- $I_{n_0}, I_{n_{last}}$ – norms of calculated solution on the initial and last layers;
- $I_{e_0}, I_{e_{last}}$ – norms of exact solution on the initial and last layers;
- $I_{a_{last}}$ – norm of inaccuracy on the last layer;
- dI – difference between the norms of solutions on the last layer.

As a norm we use

$$\|p^{h,k}\|_{L_i^h} = \int_{\Omega} \rho^h(t_k, x) d\Omega = \sum_{i,j=0}^N \rho_{i,j}^{h,k} meas(\omega_{i,j})$$

Set $r=0.001$ (Fig. 2). As we can see, the norm of inaccuracy increases gradually slowing down its growth while the difference between the norms of the exact and the calculated solution tends to zero, which may be due to the fact that the calculated solution "smears" as it moves through the time layers while the grid becomes more precisely, but the implementation of the conservation law becomes more accurate.

r	h_x	h_y	l_n_0	l_n_last	l_e_0	l_e_last	l_a_last	dl
0.001	0.2	0.2	0.04	0.04	0.04	0.04	0.08	6.25E-17
0.001	0.1	0.1	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.01
0.001	0.05	0.05	0.0275	0.0275	0.0275	0.03	0.0575	0.0025
0.001	0.025	0.025	0.029375	0.029375	0.029375	0.03	0.059375	0.000625
0.001	0.0125	0.0125	0.0304687	0.0304687	0.0304687	0.030625	0.0610937	0.00015625
0.001	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05
0.001	0.003125	0.003125	0.0313184	0.0313184	0.0313184	0.0313281	0.0626465	9.77E-06

Fig. 2. Results of calculations, when r is fixed

r	h_x	h_y	l_n_0	l_n_last	l_e_0	l_e_last	l_a_last	dl
0.153846	0.2	0.2	0.04	0.02625	0.04	0	0.02625	0.02625
0.0769231	0.1	0.1	0.03	0.0228552	0.03	0.04	0.0356238	0.0171448
0.0384615	0.05	0.05	0.0275	0.023049	0.0275	0.03	0.0279445	0.00695098
0.0192308	0.025	0.025	0.029375	0.0268437	0.029375	0.03	0.0254055	0.0031563
0.00961538	0.0125	0.0125	0.0304687	0.0293791	0.0304687	0.030625	0.0229047	0.0012459
0.00480769	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0307045	0.0310547	0.0310938	0.0209971	0.00038925
0.00240385	0.003125	0.003125	0.0313184	0.0312448	0.0313184	0.0313281	0.0199603	8.33E-05
0.00120192	0.0015625	0.0015625	0.0313745	0.031367	0.0313745	0.031377	0.0196913	9.91E-06

Fig. 3. Results of calculations, when r is adaptable

Set $r = \frac{h}{1.3}$ (Fig. 3). In this case, we obtain approximately similar results, but the norm of inaccuracy grows less intensively while the difference between the solution norms continues to decrease rapidly.

r	h_x	h_y	l_n_0	l_n_last	l_e_0	l_e_last	l_a_last	dl
0.005	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0309673	0.0310547	0.0310938	0.0156086	0.00012649
0.0025	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05
0.00125	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05
0.000625	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05
0.0003125	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05
0.00015625	0.00625	0.00625	0.0310547	0.0310547	0.0310547	0.0310938	0.0621484	3.91E-05

Fig. 4. Results of calculations, when h is fixed

If the grid step is fixed and the time step is changeable (Fig. 4), the norms of solutions and norms of inaccuracy are not changeable when a certain value is reached. It indicates the same degree of dissipation of the scheme on the last layer, regardless of the number of time layers.

References

1. Iske A., Kaser M. Conservative semi-Lagrangian Advection on Adaptive Unstructured Meshes // Numerical Methods for Partial Differential Equations. 2004. № 20. С. 388–411.
2. Crouseilles N., Respaud T., Sonnendrucker E. A Forward semi-Lagrangian Method for the Numerical Solution of the Vlasov Equation // Computer Physics Communications. 2009. № 180. С. 1730–1745.
3. Шашкин В. В. Локально-консервативный полулагранжев алгоритм численного решения уравнения переноса на сфере в трехмерном случае, в z-системе координат по вертикали // Труды Гидрометцентра России. 2012. № 348. С. 64–82.

4. Вяткин А. В., Кучунова Е. В., Шайдуров В. В. Использование адаптивных сеток при решении двумерного уравнения неразрывности полулагранжевым методом // Сиб. электрон. матем. изв. 2016. № 13. С. 1219–1228.

MATHEMATICAL MODELING OF IONIC CONDUCTIVITY IN NANOPOROUS MEMBRANES

Artur I. Krom*

Scientific supervisors V.B. Bekezhanova
Doctor of Physical and Mathematical Sciences
I.I. Ryzhkov
Doctor of Physical and Mathematical Sciences

Siberian Federal University

The processes that use membrane separation are in demand in many industries, such as chemical, fuel, energy, food and pharmaceutical. Ion transport through the nanopores of membrane appears in the separation of mixtures, electrochemical energy conversion, and the developing of chemical sensors. One of the directions in this science area is the preparation of special membranes, which can change their properties under external influence, like an electric field (see [1]).

In this work, the model of electrolyte flow through the membrane is considered. The motion is induced by the electric field. The membrane is assumed to be an array of the same cylindrical nanopores, that is why it is enough to calculate the ion transport through only one nanopore. So, we have two reservoirs connected by a long cylindrical nanopore. The salt concentrations in both reservoirs are taken to be an equal. The electric field is supplied along the nanopore, so there is an electric potential difference between the reservoirs, which is the reason of electrolyte ions motion through the nanopore. We assume that the part of electric double layer in the electrolyte consists of diffusion layer and the Stern layer just near the wall, where water molecules are oriented under high electric field [2]. The thickness of diffuse layer is determined by the Debye length [2].

We want to know how concentration, potential, pressure and velocity are changing inside the nanopore. Let us introduce the cylindrical coordinate system (R , Z). The nanopore radius is denoted by R_p . This problem is described by the Navier-Stokes, Nernst-Planck, and Poisson equations:

$$\begin{aligned} \rho(\mathbf{U} \cdot \nabla) \mathbf{U} &= -\nabla P + \mu \Delta \mathbf{U} - F(C_+ - C_-) \nabla \Phi, \\ \nabla \cdot \mathbf{U} &= 0, \\ \nabla \cdot \mathbf{J}_{\pm} &= 0, \quad \mathbf{J}_{\pm} = C_{\pm} \mathbf{U} - D_{\pm} \nabla C_{\pm} \mp \frac{D_{\pm} F}{RT} C_{\pm} \nabla \Phi, \\ \nabla^2 \Phi &= -\frac{F}{\varepsilon \varepsilon_0} (C_+ - C_-), \end{aligned} \tag{5}$$

where C_{\pm} are the concentrations of cations and anions, P is the pressure, Φ is the potential, \mathbf{U} is the velocity vector and \mathbf{J}_{\pm} are the cation and anion fluxes, R is the uni-

* © Krom A.I., 2019

versal gas constant, T is the temperature, F is the Faraday's constant, D_{\pm} is diffusion coefficients for cations and anions, ε is the relative dielectric constant and ε_0 is the electric constant.

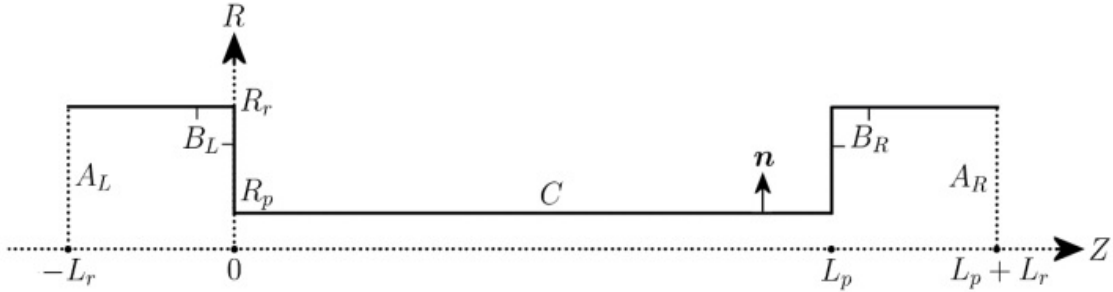


Fig. 1. The nanopore geometry

We need to define the boundary conditions to equations (1). If we take the notation like on the Fig. 1, than this conditions will take a following form:

$$\begin{aligned}
 A_L: \quad & P=0, \quad C_{\pm}=C_*, \quad \Phi=\Phi_L; \\
 A_R: \quad & P=0, \quad C_{\pm}=C_*, \quad \Phi=\Phi_R; \\
 B_L, B_R: \quad & U=0, V=0, \quad \mathbf{J}_{\pm} \cdot \mathbf{n}=0, \quad \frac{\partial \Phi}{\partial \mathbf{n}}=0; \\
 C: \quad & U=0, V=0, \quad \mathbf{J}_{\pm} \cdot \mathbf{n}=0, \quad \Phi=\Phi_s.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Next we introduce the dimensionless variables and define a special dimensionless parameters (see [1]).

Takin into account that pore length is much larger than the pore radius, equations (1), (2) can be essentially simplified [3] and represented in the form “power – flux”, where the cross-sectionally averaged velocity, ion flux, and ion current are related to the gradients of virtual pressure, chemical potential, and electric potential:

$$\left(\frac{\partial \rho_v}{\partial z}, \frac{\partial \mu_v}{\partial z}, \frac{\partial \varphi_v}{\partial z} \right)^T = L(\bar{v}, \bar{j}, \bar{i})^T,$$

where $L = -(\tilde{L})^{-1}$ is the symmetric matrix of 3×3 size, μ_v is the virtual chemical potential. If we suppose that the nanopore radius is much less than the Debye length, we can assume that the potential, ion concentrations, and pressure do not depend on the nanopore radius. This model is called the Uniform Potential model [3]. Using it, we assume that the potential φ_w at the surface and the potential Φ at the Stern layer are related with the surface charge density at the Stern plane by $\sigma = c_s(\Phi_w - \Phi)$, where c_s is the Stern layer capacitance. In dimensionless form, this relations becomes

$$X = c_s(\varphi_w - \varphi), \tag{7}$$

where $X = \frac{2\sigma}{C_0FR_p}$, $c_s = \frac{2C_sRT}{C_0F^2R_p}$, $\Phi_w = \frac{R_gT}{F}\varphi_w$.

The equations of UP model are written as

$$\begin{aligned} \frac{d\varphi}{dz} &= -\frac{i + vX}{c + c_s}, & \frac{dp}{dz} &= -8\alpha v + X \frac{d\varphi}{dz}, \\ \frac{dc}{dz} &= -cv - j + X \frac{d\varphi}{dz}, & X &= c_s(\varphi_w - \varphi). \end{aligned} \quad (8)$$

It follows from the boundary conditions (2) that

$$\begin{aligned} z=0: & \quad \varphi = \varphi_0, & & \quad \varphi = \varphi_1, \\ & \quad p = c - 2c_0, & & \quad p = c - 2c_0, \\ & \quad c = \sqrt{X^2 + 4c_0^2}, & z=1: & \quad c = \sqrt{X^2 + 4c_0^2}, \\ & \quad X = 2c_0 \sinh(\varphi_0 - \varphi_L), & & \quad X = 2c_0 \sinh(\varphi_1 - \varphi_R). \end{aligned} \quad (9)$$

The ionic current I and the ionic conductivity k are calculated by

$$I = \frac{\pi R_p^2 F D C_0}{L_p} i, \quad k = \frac{I}{v \pi R_p^2}.$$

We have realized the numerical solution of system (4), (5) in C++ programming language using the Embarcadero RAD Studio C++ Builder software.

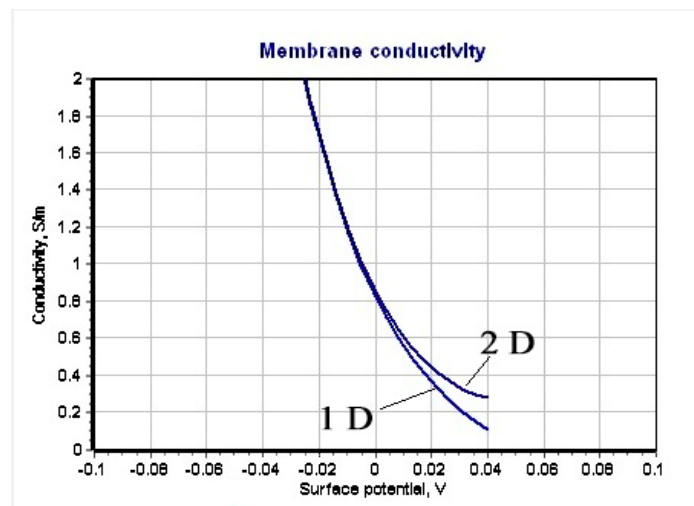


Fig. 2. The conductivity dependence on surface potential, calculated in 1D and 2D models

On the Fig. 2 you can see the comparison between results obtained using one-dimensional (1D) UP model and two-dimensional (2D) SC model. All the parameters were set the same for both of models (the solution of KCl, $C=10 \text{ mM}$, $R_p=10^{-9} \text{ m}$, pore length $L_p=4 \cdot 10^{-4} \text{ m}$, $D_+ = D_- = 2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2 / \text{s}$, $\Phi_L = 0 \text{ V}$, $\Phi_R = 0.1 \text{ V}$, stern layer capa-

citance was $3 F / m^2$). There is a difference between the two curves when the surface potential is higher than 0.02 V, but there is a good correlation of the curves for lower values. Note that all the calculations are done much more faster in 1D model than in 2D model. The obtained results allows us to say that this approach justifies itself. However, the realization of model needs to be corrected to make a better agreement with 2D model for higher voltages.

The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research, Government of Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk Regional Fund of Science, to the research project 18-48-242011 "Mathematical modelling of synthesis and ionic transport properties of conductive nanoporous membranes".

References

1. On the origin of membrane potential in membranes with polarizable nanopores / I. I. Ryzhov, D. V. Lebedev, V. S. Solodovnichenco [et al.] // *J. of Membrane Science*. 2018. № 549. P.616–630.
2. Cussler E. L. *Diffusion: mass transfer in fluid systems*. New York: Cambridge University Press, 2009. 631 p.
3. Analysis of electrolyte transport through charged nanopores / P. B. Peters, R. van Roij, M. Z. Bazant [et al.] // *Phys. Rev.* 2016. № 5. P. 1–14.

**MULTIDIMENSIONAL VARIANT OF MAIN THEOREM
FOR DIFFERENCE EQUATIONS WITH CONSTANT COEFFICIENTS**

E.D. Leinartas*

Scientific supervisor A.K. Tsikh

Dr. Sc. Phys& Math, Professor

Siberian Federal University

In the theory of difference equations and generating functions, the fundamental role is played by Stanley's theorem ([1], теорема 4.1.1), which gives a complete description of the solution space of a difference equation with constant coefficients and generating functions of solutions. Several multidimensional analogs of difference equations are known ([2], [3]), as well as various formulations of problems, similar to Cauchy problem, for the corresponding analogs.

The purpose of this study is to obtain a multidimensional version of the Stanley theorem.

Multidimensional system of difference equations, which we are interested, has the form (11). Such a system is uniquely determined by its characteristic system of algebraic equations. For consideration of such a system, we denote by $z = (z_1, \dots, z_n)$ points of the n -dimensional space \mathbb{C}^n , $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$, $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$ – multi-indices, $\alpha \geq \beta$ means, that $\alpha_j \geq \beta_j$, $j = 1, 2, \dots, n$. Consider the set of polynomials $Q_j(z) = \sum_{0 \leq \alpha \leq d^j} a_\alpha^j z^\alpha$, where $\alpha_0^j = 1, \alpha_{d^j}^j \neq 0, j = 1, 2, \dots, n$, and denote by V_Q the set of zeros of the system of equations

$$Q_1(z) = Q_2(z) = \dots = Q_n(z) = 0. \quad (10)$$

We assume that V_Q is discrete and all zeros $z_{(j)}$ of the system of algebraic equations (10) are prime and do not lie on the coordinate planes. To formulate a generalization of the Stanley theorem to the case of many variables, it is convenient to consider the reciprocal of the coordinates of the roots:

$$z_{(j)} = \frac{1}{\gamma_{(j)}} = \left(\frac{1}{\gamma_{(j),1}}, \frac{1}{\gamma_{(j),2}}, \dots, \frac{1}{\gamma_{(j),n}} \right), \quad j = 1, \dots, m.$$

Take $\frac{1}{\gamma_{(j)}} \in V$. Since $\frac{1}{\gamma_{(j)}}$ is a zero of polynomial $Q_i(z)$, then, decomposing a polynomial $Q_i(z)$ according to the Taylor formula, we represent it as follows:

$$Q_i(z) = \sum_{\nu=1}^n \left(z_\nu - \frac{1}{\gamma_{(j),\nu}} \right)^{\mu_{(j),\nu}^{(i)}} G_\nu^{(i)}(z),$$

* © Leinartas E.D., 2019

where $G_v^{(i)}(z)$ are some polynomials such that $\deg_v G_v^{(i)} \leq d_v^{(i)} - \mu_{(j),v}^{(i)}, v=1, \dots, n$, and, if $G_v^{(i)}(z) \equiv 0$, then we establish $\mu_{(j),v}^{(i)} = \infty$.

For all roots $z_{(j)} \in V$ we define vector $\mu_{(j)} = (\mu_{(j),1}, \dots, \mu_{(j),n})$ in the following way:
 $\mu_{(j),v} = \min_{i=1, \dots, n} \{\mu_{(j),v}^{(i)}\}, v=1, \dots, n$.

Note, that the definition of the vector $\mu_{(j)}$ implies

$$\mu_{(j),v} \leq \mu_{(j),v}^{(i)}, i=1, \dots, n,$$

and, if roots $z_{(j)}$ of the system of equations (1) are prime, then $\mu_{(j)} = (1, \dots, 1)$.

Now the following conditions on a function $f(k) = f(k_1, \dots, k_n)$, where $k \in \mathbb{Z}_+^n$, are equivalent:

(i) Generating series for $f(k)$ has the form $F(z) = \sum_{k \geq 0} f(k)z^k = \sum_{j=1}^m \frac{P_j(z)}{(I - \gamma_{(j)}z)^{\mu_{(j)}}}$,

where $(I - \gamma_{(j)}z)^{\mu_{(j)}} = (1 - \gamma_{(j),1}z_1)^{\mu_{(j),1}} (1 - \gamma_{(j),2}z_2)^{\mu_{(j),2}} \dots (1 - \gamma_{(j),n}z_n)^{\mu_{(j),n}}$ and $P_{(j)}(z)$ are some polynomials as $\sum_{0 \leq \alpha \leq \mu_{(j)}} c_\alpha z^\alpha$;

(ii) For all $k \in \mathbb{Z}_+^n$ function $f(k)$ satisfies the system of difference equations

$$\sum_{0 \leq \alpha \leq d^i} a_\alpha^i f(k + d^i - \alpha) = 0, i=1, \dots, n; \quad (11)$$

(iii) For all $k \in \mathbb{Z}_+^n$ function $f(k)$ has the form $f(k) = \sum_{j=1}^m C_j \gamma_{(j)}^k$, where $C_j(k)$ are

some polynomials as $\sum_{0 \leq \alpha \leq \mu_{(j)}} \widetilde{c}_\alpha k^\alpha$, $\gamma_{(j)}^k = \gamma_{(j),1}^{k_1} \dots \gamma_{(j),n}^{k_n}$.

Formulate following theorem:

Теорема: 1) Following implications are true: $(i) \Leftrightarrow (iii), (i) \Rightarrow (ii)$;

2) If the roots of system (1) are prime (i.e. $\mu_{(j)} = (1, \dots, 1), j=1, \dots, m$), then statements $(i), (ii), (iii)$ are equivalent.

References

1. Richard P. Stanley. Enumerative Combinatorics. Vol. 1. 2011. 725.
2. E.K. Leinartas, D.E. Leinartas. Multidimensional difference equations, Krasnoyarsk: SFU, 2010. 154.
3. E.K. Leinartas, M. Passare, A.K. Tsikh. Multidimensional versions of Poincare's theorem for difference equations, Mat. Sb., 2008. Vol. 199. №10. P. 87–104.

**SPARSE MATRIX STORAGE FORMAT SUITABLE
FOR VECTORIZATION AND PARALLELIZATION
OF BASIC MATRIX OPERATIONS**

I.A. Leonidov*

Scientific supervisor E.D. Karepova
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

In the present research, we consider a way of improving the efficiency of implementation of the inexact Uzawa method [1] for high-performance architectures.

Nowadays stable finite element discretizations of the Stokes problem are widely used, especially in the case of a computational domain of a complex shape with an unstructured non-uniform fine grid. This results in a symmetric indefinite system of linear algebraic equations (SLAE) that corresponds to a classical saddle point problem.

Consider a discrete analogue of two-dimensional Stokes problem for a viscous incompressible fluid in a channel [2] as a model problem:

$$A_h \mathbf{U}_h + B_h \mathbf{P}_h = \mathbf{F}_h, \quad (1)$$

$$B_h^T \mathbf{U}_h = 0. \quad (2)$$

Here \mathbf{U}_h is an unknown grid-function of the velocity, \mathbf{P}_h is an unknown grid-function of the pressure, $A_h \mathbf{U}_h$ is the discretization of the viscous terms, $B_h \mathbf{U}_h$ denotes the discretization of the negative divergence of \mathbf{U}_h , $B_h \mathbf{P}_h$ is the discretization of the gradient of the pressure. The right-hand side vector involves all contributions of the source terms, as well as the boundary integrals taking into account the contribution of the prescribed boundary conditions. Besides $\mathbf{U}_h, \mathbf{F}_h \in \mathbb{R}^{m_U}, \mathbf{P}_h \in \mathbb{R}^{m_P}$, where \mathbb{R}^{m_U} and \mathbb{R}^{m_P} are the Euclidean m_U - и m_P - dimensional arithmetic spaces with $m_U = 2N_x(2N_y - 1)$, $m_P = (N_x + 1)(N_y + 1)$. In this case, the matrices are sparse and have only a few nonzero diagonals, which are important for our study.

To solve system (1) – (2), we use the inexact Uzawa – Congruent Gradient method [2]. In this method the symmetric positive definite matrix A_h has the inexact inversion.

We analyze the possibilities of joint usage code vectorization and code parallelization technologies for the Intel® Xeon Phi™ coprocessor.

Computational experiments were conducted on the ICM SB RAS high-performance server, which includes the coprocessor Intel® Xeon Phi™ 5110P with 60 computation cores. Each core can support up to 4 threads and has 512 bit SIMD

* © Leonidov I.A., 2019

(Single Instruction Multiple Data) vector processing unit, VPU. The coprocessor allows to use the parallelization technologies such as OpenMP, OpenCL, Intel Cilk Plus, etc., as well as vectorization of computations.

From here the task was set: to modify the storage format of the matrix. The storage format must meet the following conditions:

- minimize the amount of memory the matrix takes;
- this format should be well parallelized;
- this format should be well vectorized.

A comparative analysis of the following formats was carried out:

- coordinate format;
- CRS (Compressed Row Storage);
- CCS (Compressed Column Storage);
- tape format and its modifications;
- diagonal format.

All these formats satisfy the first condition of our task. But the tape format and the diagonal format are poorly parallelized. Also, all these formats cannot be vectorized, since their software implementations do not have the necessary alignment for memory.

It was decided to use the modified version CSR format. To make it possible to vectorize, it was decided to store non-zero elements together with a certain number of zeros to form a whole aligned vector. Additionally, the format must preserve the number of the aligned vectors in a row and the column number of the first element.

Currently, the format has been embedded in a program that implements inexact Uzawa–Congruent Gradient method for problem (1)–(2). The code will be vectorized and parallelized, which will decrease computation time and reduce memory costs. This, in turn, will allow to solve SLAE with large dimension matrix.

References

1. Bychenkov Y., Chizhonkov E. Iterative Methods for Solving Saddle Point Problems (BINOM. Knowledge Laboratory, Moscow, 2014). P. 1–349.
2. Dementyeva E., Karepova E., Kireev I. Inexact Uzawa conjugate gradient method for the Stokes problem for incompressible fluid. AIP Conference Proceedings 1773, 100002 (2016). URL: <https://doi.org/10.1063/1.4964996>.
3. Heywood J., Rannacher R. (1990) SIAM J. Numer. Anal. 27, 353–384. URL: <https://doi.org/10.1137/0727022>.

DECISION SUPPORT PROCESS IN A MULTI-CRITERIA CHOICE BASED ON THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Y.E. Lukina*

Scientific supervisor D.A. Tsyganok
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

The urgency of the use of the AHP to support decision-making is explained by the fact that the AHP allows you to structure a decision-making task in the form of a hierarchy of goals, to obtain a quantitative assessment of alternative solutions. At the same time, AHP takes into account the preferences of decision makers in pairwise comparative criteria of an alternative, evaluates the consistency of its requirements.

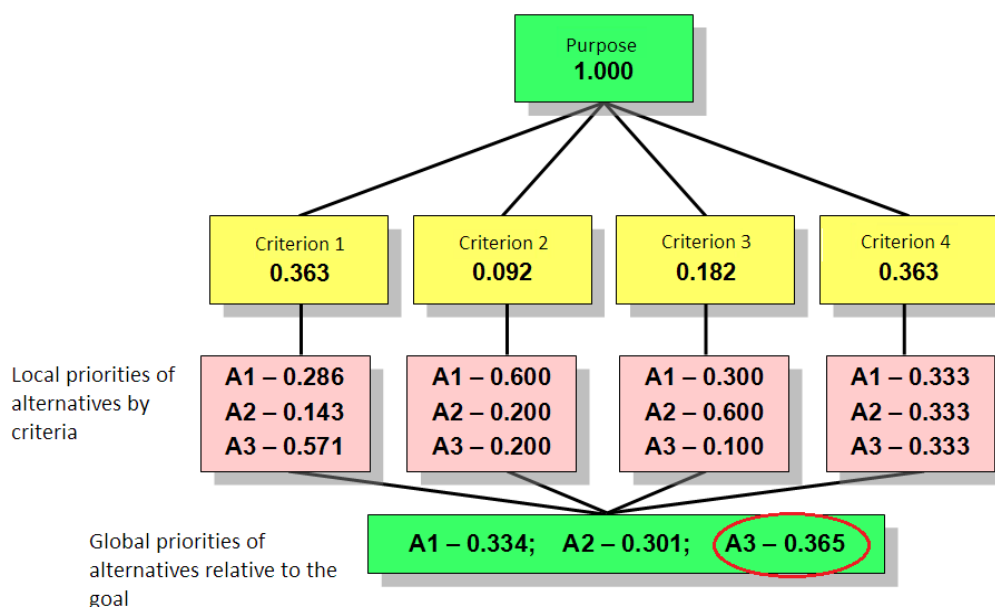


Fig. 1. Example of a multi-criteria choice task with the simplest hierarchy

Objective: automate the process of supporting human resource planning in the existing organization, which keeps records of administrative and economic activities in the system "1C: Enterprise 8 Salary and Human Resource Management, ed. 3.1 Corp.". Computer decision support helps decision makers to refine their preferences and check their consistency.

To carry out an employee assessment on the basis of the competency model in «1C: Enterprise 8 Salary and Human Resource Management, ed. 3.1 Corp», a list of competencies is formed, which should be assessed. The list is filled automatically based on the competencies associated with the position occupied by the employee.

* © Lukina Y.E., 2019

HR-manager can create and print evaluation sheets, which will be used by experts in the future.

After the evaluation, its results are also entered into the program and stored in the employee's history.

The screenshot shows a software window titled "Employee competency assessments". At the top, there are filters for "Arbitrary period" (set to "c: 01.12.2009" and "no: 07.12.2010") and a "Create" button. Below this is a section titled "Employee competency assessment" with the period "01.12.2009 - 07.12.2010". The main content is a table with the following data:

Employee	Post	Competence	Grade	Date
Gorin Roman Aleksandrovich	Programmer	Modern trends in software development		October 29, 2010
Eitsov Anton Maksimovich	System Administrator	Modern trends in software development		October 29, 2010
Biryukova Irina Sergeevna	Chief Accountant	Optimism	D [-1]	December 7, 2010
Biryukova Irina Sergeevna	Chief Accountant	Grammatically correct speech	C [0]	December 7, 2010
Biryukova Irina Sergeevna	Chief Accountant	Changes in legislation in 2011	C [0]	December 7, 2010
Zav'yalova Marina Sergeevna	Accountant	Optimism	B [+1]	December 7, 2010
Zav'yalova Marina Sergeevna	Accountant	Grammatically correct speech	A [+2]	December 7, 2010
Zav'yalova Marina Sergeevna	Accountant	Changes in legislation in 2011	A [+2]	December 7, 2010
Zav'yalova Marina Sergeevna	Accountant	Efficiency	A [+2]	December 7, 2010

Fig. 2. Report on competences in «1C: Enterprise 8 Salary and Human Resource Management, ed. 3.1 Corp.»

With the help of competencies, one can assess not only the professional and business behavior of an individual employee, but also understand the personnel potential throughout the company. This is a personnel reserve, which is also formed on the basis of these criteria. As a rule, there are several groups of reservists, each of which is characterized by a certain expression of professional and business skills and potential for development. Such differentiation makes it possible to determine more adequately what kind of training activities are required for the designated reserve categories, thereby increasing the effectiveness of these developmental activities.

The priority of the method is that there are no general rules for the formation of the structure of the decision-making model. This is a reflection of the real situation of decision making, since there is always a whole range of opinions for the same problem. The method allows you to take into account the "human factor" in the preparation of decision making by building an additional model to coordinate different opinions, by determining their priorities.

However, the method provides only a method of ranking alternatives, but has no internal means for interpreting ratings. It is considered that a person who makes a decision, knowing the rating of possible decisions, should make a conclusion depending on the situation. This should be recognized as a disadvantage of the method.

References

1. Shapiro S. A. Fundamentals of personnel management in modern organizations: a unique approach that ensures the effective operation of the company. M.: GrossMedia, 2005. P. 228.
2. Kibanov A. Ya. Fundamentals of personnel management: Textbook. M.: INFRA-M, 2006. P. 157.

SEMI-LAGRANGIAN ALGORITHM FOR THE NUMERICAL SOLUTION OF THE CONTINUITY EQUATION

E.S. Maltseva*

Scientific supervisor E.V. Kuchunova

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Language supervisor T.N. Sviridova

Siberian Federal University

Semi-Lagrangian method is a method of numerical solution of partial differential equations describing the transfer process. This approach has been actively developed since the 1960s and is a continuation of the development of the method of characteristics. The semi-Lagrangian method allows you to work on a fixed computational grid and at the same time takes into account the Lagrangian nature of the transfer process, i.e. along the characteristics, the continuity equation can be rewritten as ordinary differential equations. Current versions of the method are based on the balance integral ratio when moving from one time layer to the next one. In this case, the approximation of the numerical solution on each layer in time is decomposed into three components: the approximation of the integral on the upper layer in time, on which the solution is not known yet; building of characteristics (trajectories) from the top temporary layer to the lower layer; approximate calculation of the integral on the lower layer over time.

The paper presents the semi-Lagrangian method for the numerical solution of an initial-boundary value problem for the continuity equation, which makes it possible to ensure the fulfillment of the balance ratio without the use of correction factors. Two modifications of the semi-Lagrangian method of the first and second order are developed.

Problem statement

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = f(t, x), \quad (t, x) \in [0, T] \times \bar{D}$$

D — initial domain; $u(t, x)$ — sought function; $f(t, x)$ — source function

1. The sought function is known at the initial time

$$u(x, 0) = u_{init}(x), \quad x \in \bar{D}$$

2. The sought function is known at the boundary of the inflow

$$u(t, 0) = u_{in}(t)$$

* © Maltseva E.S., 2019

Basic identity of the

Theorem: If u is sufficiently smooth solution of the problem, then

$$\int_{\Omega} u(t_k, x) dx - \int_{\Omega} u(t_{k-1}, x) dx = \int_{t_{k-1}}^{t_k} \int_{\Omega} f(t, x) dx dt$$

where Ω is the segment on the layer; Ω_{k-1} is the segment on the layer

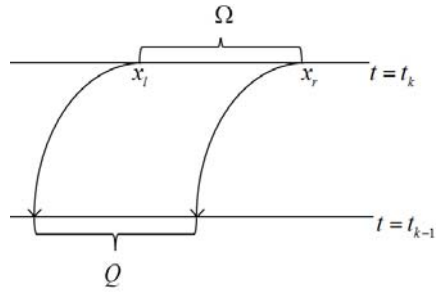


Fig. 1. The main idea of the Semi-Lagrangian approach

To define the boundaries of the domain Ω , we put down the characteristic trajectories to the lower layer in time, for this we solve the Cauchy problem back in time:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = u(t, x) \\ \tilde{x}(t_k) = x_{l,r} \end{cases}$$

Test problem

$$u(x, z) = \begin{cases} \frac{1}{6}(G(x, z) - G(x, z) - 4G(x, z)) & 0.8 \leq x \leq 0.6 \\ 1 & 0.4 \leq x \leq 0.2 \\ 1 - |10(x - 0.1)| & 0 \leq x \leq 0.2 \\ \frac{1}{6}(F(x, a) - F(x, a) - 4F(x, a)) & 0.4 \leq x \leq 0.6 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

where

$$G(x, z) = e^{-(x-z)^2},$$

$$F(x, a) = \sqrt{\max(1 - 2(x-a)^2, 0)},$$

$$a = 0.5, z = 0.7, d = 0.005, \tau = 10, \Delta t = \frac{\log(2)}{(36d)}.$$

The initial norm $I_0 = \| \theta, x \|_{L_1^h}$

The final norm $I_1 = \| T, x \|_{L_1^h}$

The deviation of the norm $I = I_1 - I_0$ $I = \frac{I}{I_0}$

Method №1. Piece-constant interpolation

Method №2. Linear interpolation and the Euler-Cauchy method for calculating characteristic trajectories.

Table

Rate deviation on a series of condensing grids

K	N	ΔI	
		Method number 1	Method number 2
0	100	4,13E-14	3,25E-07
1	200	1,07 E-12	3,65E-12
2	400	3,29 E-12	3,30 E-12
3	800	7,73E – 12	7.74E-12
4	1600	5.73E-11	5.73E-11
5	3200	1.08E-10	1.08E-10
6	6400	7.43E-10	7.43E-10

Numerical solution of the test problem

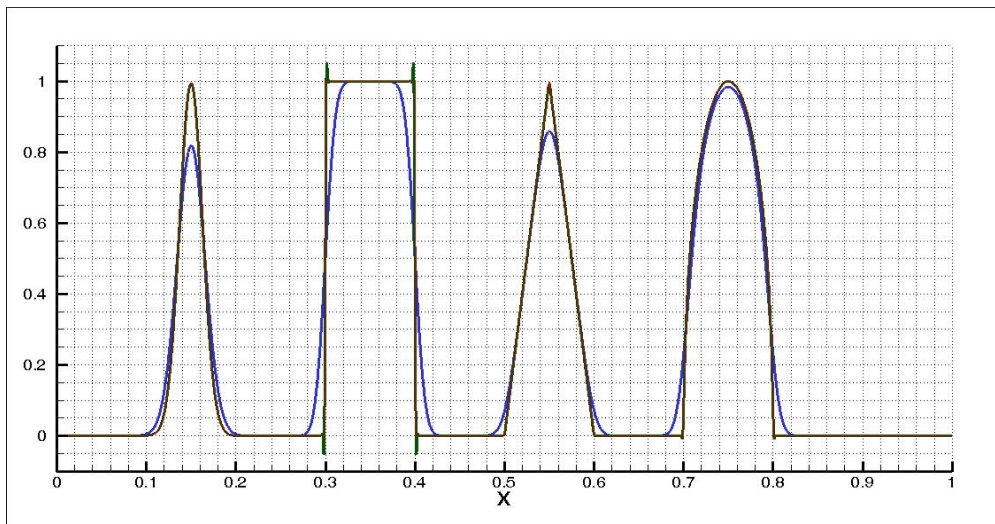


Fig. 2 Numerical solution of the test problem.
The blue line is an explicit method, the green line is an implicit one.

Thus, two modifications of the computational scheme for the continuity equation are proposed, in the work, one of which has a first order in time and space, and the second has an aggregate second order.

References

1. Magomedov K. M. Method of characteristics for the numerical solution of spatial gas flows // Journal of computational mathematics and mathematical physics. 1966. T. 6. No. 2. P. 313–325.
2. Wiin-Nielson On Numerical Forecasting // Tellus. 1959. Vol. 11. P. 180–186.
3. Vazov V., Forsyth J. Difference methods for solving partial differential equations. M.: Science, 1963.
4. Godunov S. K., Ryabenky V. S. Difference schemes (introduction to the theory). M.: Science, 1977.
5. Vyatkin A. V., Kuchunova E. V. Parallel implementation of the semi-Lagrangian method for the continuity equation // Educational resources and technologies. 2016. № 2 (14). P. 423–429.

AXIOMATIZATION FOR SOME TABULAR EXT(GL)***I.A. Markovskaya†**

Scientific supervisor M. I. Golovanov
 Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

In the article [1], A.V. Chagrov proved the fact that the axiomatization problem for consistent tabular normal modal logics is algorithmically unsolvable. At the same time, a finite axiomatizability was proved for a number of normal modal and the tabular superintuitionistic logics [2].

For the case of Gödel-Löb logic (GL), it is possible to construct fairly simple axiomatizations, at least for the logics given by not very large frames.

The purpose of this work is to continue the axiomatization of closed classes of frames of depth 3 and width 3 for the modal Gödel-Löb logic. More specifically, the completion of the axiomatization of logics defined by single rooted frames, in which the number of points is equal to 7 (see fig. 1).

We introduce some definitions and main notions.

A *frame* is a pair $F = \langle F, R \rangle$, where F is a non-empty set, R is a binary relation defined on F .

The mapping f of a frame $F_1 = \langle F_1; R_1 \rangle$ into a frame $F_2 = \langle F_2; R_2 \rangle$ is called a *p-morphism* if:

- 1) $\forall a, b \in F_1 [a R_1 b \Rightarrow f(a) R_2 f(b)]$,
- 2) $\forall a, b \in F_1 [f(a) R_2 f(b) \Rightarrow (\exists c \in F_1)[(a R_1 c) \& (f(c) = f(b))]]$.

A frame class is said to be *closed*, if this class contains all open subframes and p-morphic images.

The depth of the frame is the length of the maximum chain, the width is the number of elements of the greatest antichain in the frame.

Formula of depth:

$$\delta_0 := \perp, \delta_{n+1} = p_{n+1} \vee \Box(\Box p_{n+1} \rightarrow \delta_n).$$

It is valid on frames whose depth does not exceed $n+1$ element.

Formula of width:

$$w_n := \bigvee_{0 \leq i \neq j \leq n} \Diamond (p_i \wedge (p_j \vee \Diamond p_j)).$$

It is valid on frames whose maximum width does not exceed n .

* The reported study was funded by RFBR, Government of Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk Regional Fund of Science, to the research project № 18-41-240005

† © Markovskaya I.A., 2019

Logic GL

Formally, the GL logic is given by a set of axioms [3], which includes 10 axioms of classical logic (A1-A10), the axiom of logic K, associated with the modal connective \Box (A11), and also the axiom that extends the logic K to GL (A12).

$$(A11) \Box(x \rightarrow y) \rightarrow (\Box x \rightarrow \Box y). \quad (A12) \Box(\Box x \rightarrow x) \rightarrow \Box x.$$

By adding axioms δ_3 and w_3 , and another axiom that cuts off frames, containing a point in the first layer, achievable by one step (A13), we get the extensive class of frames.

$$(A13) \Diamond^2(\Box \perp) \wedge \Diamond(p \wedge \Box \perp) \rightarrow \Diamond^2 p.$$

Some of them were already axiomatized in the previous researches (see Fig. 2). The rest will be covered in this work (Fig. 1).

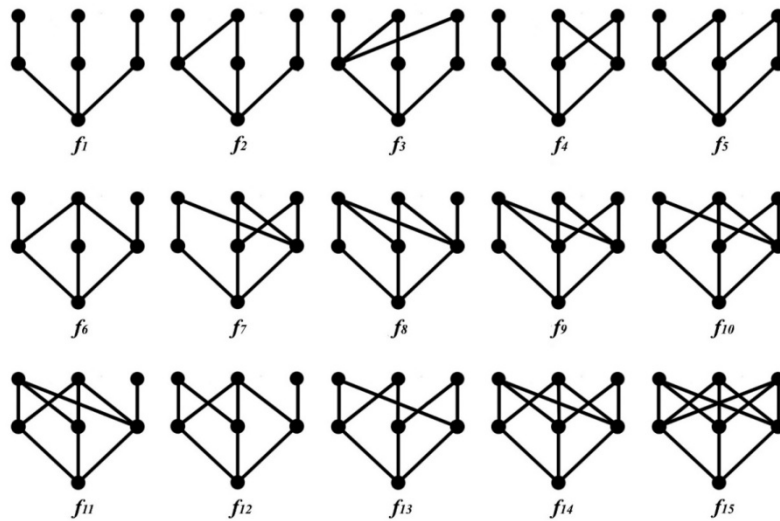


Fig. 1. Frames of depth 3 and width 3 with number of elements equals 7

The listed axioms are considered relatively to 3 inference rules: modus ponens, Gödel's rule and the rule of substitution.

Axiomatization

In this work we observe frames of depth 3 and width 3. Then we construct their closed classes that contains p-morphic images and open subframes. And after that we propose axiomatization of the extensions of the modal Gödel-Löb logic, given by these closed classes. In order to do that, we construct formulas, which separates the classes.

Let two classes of frames: G and F be given. We say that the formula φ separates the class G from the class F , if it is true for all frames of class G and is refuted on all frames of class F . In virtue of Theorem 3.3.6 (V.V. Rybakov [3]), to construct a system of axiom for logic defined by a closed class G , it suffices to specify the set of formulas separating the class G from all frames not belonging to the class G .

So, firstly we construct 15 formulas to separate 15 closed classes of frames between itself.

Secondly, we take the class generated by one of 15 frames $f_1 - f_{15}$, then choose the least frame from $e_1 - e_{19}$, which not included in this class, and separate our class from it via formulas. These formulas help us to separate not just the least frame, but all closed classes, which this least frame belongs to as the open subframe. After that we find the least of not separated and not included frames from list $e_1 - e_{19}$, and repeat the procedure until every frame from $e_1 - e_{19}$ not included in class will be separated from it.

And finally, we make second step with each of 15 closed classes.

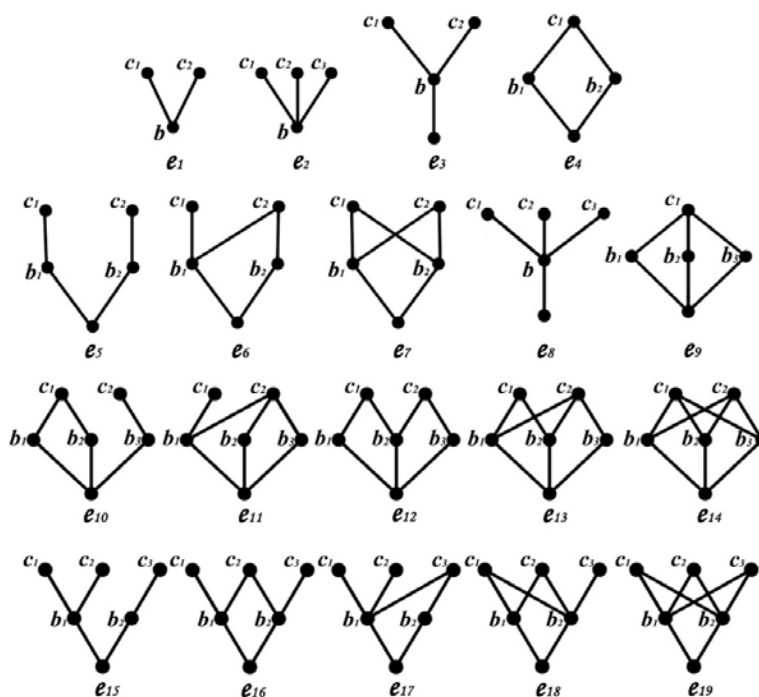


Fig. 2. Frames of depth ≤ 3 and width ≤ 3

As a result, we obtained a system of axioms for each class, which generates corresponding logic. And thus, the axiomatization of some tabular extensions of logic GL had been constructed.

References

1. Chagrov A. V. Algoritmicheskaya problema aksiomatizacii tablichnoy normal'noy modal'noy logiki // Logical Investigations. 2002. № 9. P. 251–263 (Russian).
2. Chagrov A., Zakharyashev M. Modal Logic // Oxford University Press. 1997. 605 p.
3. Rybakov V. V. Admissibility of logical inference rules // Elsevier Science Publishers. 1997. 624 p.

**MATHEMATICAL MODEL OF A QUASISTATIONARY ELECTRIC FIELD,
PENETING FROM THE EARTH INTO THE IONOSPHERE DEPENDING
ON THE MAGNETIC FIELD INCLINATION**

S.A. Nesterov*

Scientific supervisor V.V. Denisenko, Professor

Student, Siberian Federal University

Earthquakes are among the most terrible natural disasters, causing not only devastating destruction, but also claiming thousands human lives. Earthquakes have always caused horror with their strength, unpredictability, and consequences. Therefore, the natural desire of mankind to learn how to predict them explains creation of various theories and models. In this paper, we consider one of the earthquake precursors – the perturbation of the electric field at the Earth's surface. The basis for the appearance of such models is the numerous observations of disturbances of the vertical component of the atmospheric electric field before and after earthquakes. These models take into account the atmosphere and the ionosphere as a united conductor and are based on a stationary model of electrical conductivity. In other words, they consider the penetration of a quasi-stationary electric field from the Earth's surface into the ionosphere as a physical mechanism. At the present time, three-dimensional and two-dimensional models are known, within which it has been shown that electric fields penetrating due to electrical conductivity cannot practically be detected by satellite measurements against the background of always existing ionospheric fields caused by magnetospheric and ionospheric generators. However, such models are built for a vertical magnetic field, and therefore they are applicable only at high latitudes. An exception is the work [3], but it contains incorrect simplifications that significantly distort the results, as shown in article [1]. The role of the inclination of the magnetic field was studied at the level of simple estimates in the article [2].

The purpose of this work is to build a quantitative model of the penetration of a quasistationary electric field from the Earth's surface into the ionosphere with an inclined magnetic field. A two-dimensional model is constructed, which is applicable when the earthquake preparation zone is extended along a magnetic meridian.

On the basis of the electrical conductivity equations, an elliptic boundary value problem is formulated, which is reduced to a system of ordinary differential equations with variable coefficients by means of a Fourier expansion. Analytical solutions are obtained for the exponential dependence of atmospheric and ionospheric conductivity on altitude, as well as numerical solutions for the conductivity altitude distribution corresponding to experimental data.

Figure 1 shows the results of calculations when the magnetic field is tilted (magnetic inclination I), measured from the horizontal plane, 60 degrees. The projections of the current lines (solid lines) onto a plane normal to the direction of the fault and the dashed lines show the current density component normal to the plane of the

* © Nesterov S.A., 2019

figure. It should be noted that the nature of the electric field in the ionosphere is described by the component of the electric field strength E_{\perp}^y , which is normal to the direction of the magnetic field and does not vary in the ionosphere with height. Figure 2 shows the dependence of E_{\perp}^y on the magnetic inclination. This figure shows a slight decrease in E_{\perp}^y in the ionosphere and confirms the hypothesis that in this case the electric field in the ionosphere approximately does not depend on the magnetic inclination I.

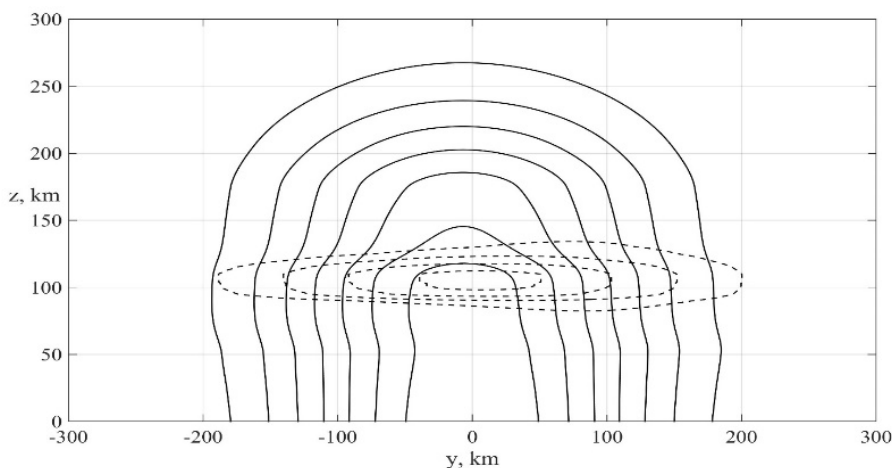


Fig 1. The projection of the current lines (solid lines) onto a plane normal to the direction of the fault. The dashed lines show the current density component normal to the plane of the figure. The magnetic field inclination 60 degrees.

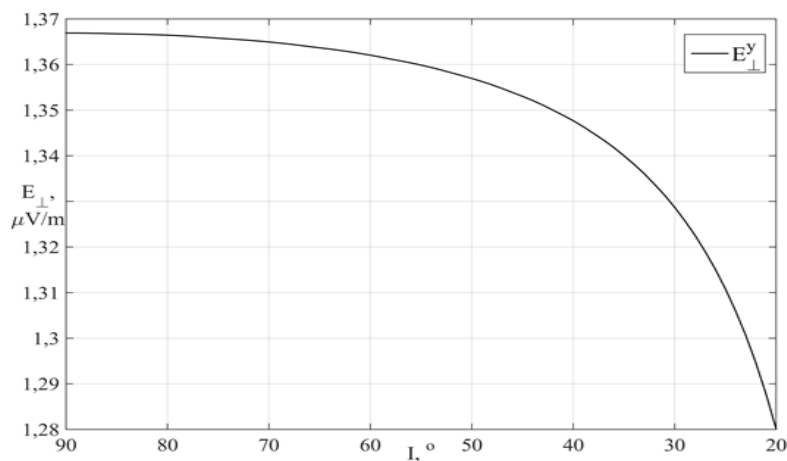


Fig 2. Dependence of the ionospheric electric field E_{\perp}^y on the magnetic inclination I.

As the result of the study, known approximate estimates of the decrease in the strength of the electric field penetrating into the ionosphere with increasing inclination of the magnetic field are confirmed and detailed. In the constructed model, the obtained electric field is three orders of magnitude smaller than the field variations observed in the ionosphere before strong earthquakes.

Therefore, the model confirms the conclusion about the need to explore other physical mechanisms of lithospheric-ionospheric relations.

Reference

1. Denisenko V. V., Ampferer M., Pomozov E.V., Kitaev A.V., Hausleitner W., Stangl G., Biernat H. K. On electric field penetration from ground into the ionosphere // *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*. Vol. 102. P. 341–353. 2013. DOI: 10.1016/j.jastp.2013.05.019.
2. Denisenko V. V., Boudjada M. Y., Horn M., Pomozov E. V., Biernat H. K., Schwingenschuh K., Lammer H., Prattes G., Cristea E. Ionospheric conductivity effects on electrostatic field penetration into the ionosphere. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 2008. 8. 1009–1017.
3. Grimalsky V. V., Hayakawa M., Ivchenko V. N., Rapoport, Yu. G., Zadorzhnii V. I. Penetration of an electrostatic field from the lithosphere into the ionosphere and its effects on the D-region before earthquakes // *J. Atmos. and Sol.-Terr. Phys.* 2003. 65. P. 391–407.
4. Hegai V. V., Kim, V. P., Liu J. Y. On a possible seismomagnetic effect in the topside ionosphere. // *Adv. Space Res.* 2015.

BOTTOM LAYER IN GROUPS**I.A. Parashchuk***Scientific supervisor V.I. Senashov
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor*Siberian Federal University*

The report describes various cases of recognizing groups on the bottom layer. Namely, we are interested in the recognition by the bottom layer of layer-finite groups.

The report presents the results in the class of layer-finite groups on the reconstruction by the bottom layer and the spectrum of groups of information about its layers. A layer-finite group cannot always be uniquely reconstructed by the bottom layer and by the spectrum. The report will present cases of recognizable, almost recognizable and unrecognizable groups by the bottom layer and by spectrum. A similar concept of group recognition by the bottom layer and by spectrum will also be touched.

The report discusses the concept of the bottom layer in a group and with the help of information about it the structure of the group is restored.

A group is called layer-finite if it has a finite number of elements of each order. This concept was first introduced by S. N. Chernikov. It appeared in connection with the study of infinite locally finite p -groups in the case when the center of the group has a finite index in it. S. N. Chernikov in 1948 described the structure of an arbitrary group in which there are infinitely many elements of each order, and in this work the term of layer-finite groups appeared. [1] Results on layer-finite groups can be found in [2-6]. The bottom layer of a group is the set of its elements of prime order. A group is called recognizable by the bottom layer, if it is uniquely restored by the bottom layer. A group is called almost recognizable by the bottom layer, if there are a finite number of pairwise non-isomorphic groups, with the same bottom layer the same as that of the group. A group is called unrecognizable by the bottom layer if there are an infinite number of pairwise non-isomorphic groups, with the same bottom layer the same as that of the group.

The spectrum of a finite group is the set of orders of its elements. A finite group G is called recognizable by spectrum if any finite group whose spectrum coincides with the spectrum of G is isomorphic to G . A group is said to be almost recognizable by spectrum if there are a finite number of pairwise non-isomorphic groups with the same spectrum as the group. A group is called unrecognizable by spectrum, if there is an infinite number of pairwise non-isomorphic groups, with the same spectrum as the group. These results can be found in the works of A. V. Vasiliev, V. D. Mazurov, A. M. Staroletov, A. V. Zavarnitsin and others.

The report considers examples of groups recognized by the spectrum, by the bottom layer and also simultaneously by the spectrum and the bottom layer. The tables of recognizability by spectrum are given.

* © Parashchuk I.A., 2019

V. P. Shunkov proved that if the bottom layer in an infinite layer-finite group consists of a single element of order 2, then the group is either a quasicyclic or infinite generalized group of quaternions [7]. Many results for groups with a given bottom layer describe only some properties of groups.

For example, V. D. Mazurov proved that a group with a bottom layer consisting of elements 2, 3, 5, in which all other non-unit elements have order 4, is locally finite [8].

We will restore information about the group on its bottom layer. We will solve this problem in the class of layer-finite groups.

References

1. Chernikov S. N. Infinite layer-finite groups // *Mat.sb.* 1948. Vol. 22, No. 1. P. 101–133.
2. Polovitskiy Ya. D. Non-primary layer finite groups // *Vestnik Permskogo universiteta.* 2007. No. 7. P. 21–25.
3. Senashov V. I. Characterization of layer-finite groups // *Algebra i logika.* 1989. Vol. 28. No. 6. P. 687–704.
4. Senashov V. I. Interrelations of almost layered finite groups with close classes // *Vestnik SibGAU.* 2014. No. 1. P. 76–79.
5. Polovitskiy Ya. D. Layer extreme groups // *Report Academy of Sciences of the USSR.* 1960. No. 3. P. 533–535.
6. Mukhammedzhan Kh. Kh. On groups with ascending central series // *Mat. sb.* 1951. Vol. 28 (70), P. 201–218.
7. Shunkov V. P. On a class of p-groups // *Algebra i logika.* 1970. Vol. 9. № 4. P. 484–496.
8. Mazurov V. D. On groups of exponent 60 with exact orders of elements // *Algebra i logika.* 2000. Vol. 39. No. 3. P. 189–198.

**DEVELOPMENT OF ALGORITHMS AND PROGRAMS
FOR SOLVING PROBLEMS OF ANALYSIS
OF NON-NUMERICAL DATA THROUGH RANDOM-SET-MODELING**

V.I. Petukhov*

Scientific supervisor D.V. Semenova
Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor
Language supervisor T.N. Sviridova

Siberian Federal University

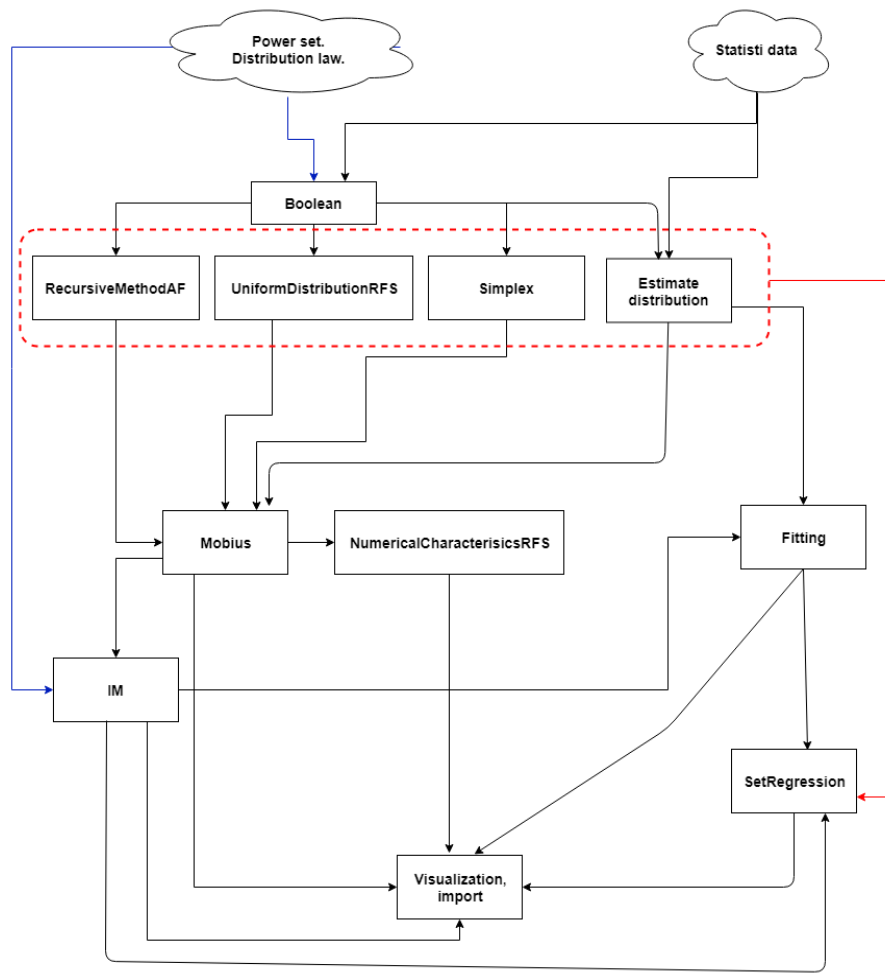
At present, there are actual problems of analysis of non-numerical data in order to detect and extract patterns. Such tasks are found in the economy, for example, consumer demand research [1], portfolio analysis; in the environment, for example, forecasting the spread of forest fires [2, 3]; medicine – analysis of the level of morbidity depending on the areas of residence, the detection of patterns in medical data and their extraction [4, 5]. Objects of non-numeric nature can be characterized by the presence or absence of any characteristic from a finite set of characteristics. For example, grouping patients on many drugs to which patients identified drug resistance, the analysis of baskets of some customers of the supermarket chain. If the number of such features N , the various possible States of the system – 2^N with the corresponding probabilities of their implementations. In practice, it is often necessary to consider a certain number of features of the studied set of objects and to estimate the number of objects with specified characteristics. Such models of real systems are usually represented by random finite sets [6]. Probability distributions of random finite sets allow us to give a concise description of unstructured data for which the magnitude of the set of events that occurred simultaneously is not fixed. The modern theory of random finite sets covers a wide range of applied problems, so the development of a specialized software package for random-multiple modeling is relevant [7].

The figure shows the conceptual scheme of the software package. Arrows indicate the data flow within the software package. During the implementation of the planned task, the necessary modules are consistently used. Steps 1-selection of theoretical distribution and power of the base set or a document with statistical data, 2-construction of RFS, 3-output of the constructed RFS, 4 – calculation of RFS characteristics, 5 – visualization or export of RFS and characteristics are performed sequentially for the construction of fuel and characteristics.

Mathematical software package "Program for solving problems of non-numeric data analysis by methods of random-multiple modeling" is a modular software package consisting of 10 modules, which are presented in figure [8].

The table describes the purpose of each module used in Program for solving problems of non-numeric data analysis by methods of random-multiple modeling.

* © Petukhov V.I., 2019



Table

Module Program for solving problems of non-numeric data analysis by methods of random-multiple modeling

The name of the module	Appointments
Boolean	Generation of all subsets of the feature set.
RecursiveMethod AF	Implementation of the method of recurrent construction of probability distributions KSM based on associative functions.
UniformDistribution RFS	The construction of the probability distribution of the CSM as a function dependent on the power of the underlying set.
Simplex	Construction of the probability distribution of KSM-city as a point uniformly distributed in the simplex.
Mobius	The implementation of mutually inverse formulas for the treatment of Mobius for distributions of KSM.
NumericalCharacteristics RFS	Calculation of the characteristics of the KSM.
IM	Bringing the statistics data KSM the statistical form.
Fitting	Selection of theoretical KSM distribution to the obtained statistics.
SetRegression	Calculation of the Set regression problem.
Visualization	Output of the received data to the screen, export to excel
Estimate distributin	Estimation of the constructed distribution

The developed software package can be used to prepare input data in the form of probability distributions of finite random sets and their characteristics in solving problems of random-multiple modeling of statistical systems with a complex structure of dependencies and relationships; in scientific research to study the properties of finite random sets, as well as in the educational process in the construction of stochastic models and the study of data mining methods using finite random sets and their use in decision-making in socio-economic and biomedical fields.

References

1. Vorobyov O. Yu., Goldenok E. E. Accidentally-multiple measurement of demand and supply in commodity markets. Krasnoyarsk: IVM so ran, 2002. P. 225–230.
2. Vorobyev O. Y., Valendik E. N. Multiple Probabilistic modeling of the spread of forest fires. Novosibirsk: Science, 1978. 160 p.
3. Vorob'ev A. O. Direct and inverse problems for models of spatial distribution of risk: author. diss. kand. p. Mat. Sciences. Krasnoyarsk, 1998. 23 p.
4. Baranova I. V. Method of bipartite sets of events in eventological analysis of complex systems: dis. kand. p. Mat. Sciences: 05.13.01. Krasnoyarsk, 2006. 139 p. dis. K-TA Fiz.-Mat. Sciences: 05.13.01/
5. Belov K. A. Methods and algorithms of random-multiple analysis of medical data: dis. kand. Techn. Sciences: 05.13.01. Voronezh, 2005. 121 c.
6. Vorobyov O. Yu. Eventology. Krasnoyarsk: SFU, 2007. 435 p.
7. Semenova D. V., Lukyanova N. A. Recurrent construction of probability distributions of finite random sets. 2018.
8. Computer program "Fitting distribution of finish random set" // RU 2019613469 05.03.2019, Federal service for intellectual property.

DISCRETE APPROACH TO TEXT CLASSIFICATION

I.A. Ponamarev*

Scientific supervisor B.V. Oleynikov
Candidate of Philosophy Science, Associate Professor

Siberian Federal University

At present, due to the explosive nature of the generation of digital textual documents (Internet, automated document management, digital libraries, educational sites and portals, etc.), the problem of their search is increasingly pressing. Classification plays a fundamental role in building a thematic full-text search for documents.

The classification can be described as follows. There are many categories (classes, labels) $\mathfrak{R} = \{c_1, \dots, c_{|\mu|}\}$, many documents $\mathfrak{M} = \{d_1, \dots, d_{|\mathfrak{M}|}\}$ and an unknown target function $\phi: \mathfrak{R} \times \mathfrak{M} \rightarrow \{0, 1\}$. It is necessary to build a classifier Φ' that is as close as possible to ϕ .

The basic model of text representation is a vector in the discrete space of selected and normalized, i.e. specially brought [3] to the canonical type of words in some dictionary: $d_i = (w_1, w_2, \dots, w_n)$, where d_i – vector representation i -th document, w_j – weight j -th word in the document, n – the total number of different words in all the documents in the collection [1]. There are many different methods to convert text into a vector, i.e. to classify it. Let's list the most popular of them:

- Manual classification;
- Classifications based on special rules;
- Machine training to classify text documents.

In addition, an important role in the classification of both printed and digital text is played by the selection of unique features by which the algorithm can assign one of the categories from the UDC (Universal Decimal Classification) list. One method of finding such attributes is to increase the amount of information. The measure of information growth $I(w)$ for this word w is defined as:

$$I(w) = - \sum_{i=1}^k P_i \times \log(P_i) + F(w) \times \sum_{i=1}^k p_i(w) \times \log(p_i(w)) + (1 - F(w)) \times \sum_{i=1}^k (1 - p_i(w)) \times \log(1 - p_i(w))$$

The higher the value of the information growth $I(w)$, the stronger the separating ability of the word w [4].

A lot of canonical words must be created to create a feature space. Words can be selected using different filters. The complexity of this stage is also in the data size – the documents contain tens of thousands of different words, the number of classes can also reach thousands – and all this with a rather poor description of classes (several documents per class) and a small number of headings for each document (usually no more than 5-8).

Let's consider classification of the text containing mathematical formulas. In set of scientific texts there is on the average from 40% to 80% of mathematical formulas

* © Ponamarev I.A., 2019

which represent special objects of type Microsoft Equation in Word or similar to it. Classical methods of classification are capable to work only with the text information that does their inapplicable for parsing of such special objects. To date, most methods show very little accuracy of text classification (~50%). Solution options can be the transformation of formulas from special objects into a regular text representation, for further classification by classical methods. For example, translation of formulas into TeX format (Table 1) or conversion by Speech-To-Text method (Table 2), when formulas are dictated by a person, and then the algorithm translates a voice message into plain text.

Table 1

**Mathematical text classification results
for the method of document conversion into TEX**

Number of formulas in the text	Classification result	D-factor similarity for categories			
		Mathematics	Philosophy	Biology	Law
100 – 80%	The category is defined incorrectly	0,9235	0,9356	0,07624	0,0542
80 – 60%	The category is defined correctly	2,0027	1, 2687	1, 853	0,8349
60 – 40%	The category is defined correctly	3,635	1,5746	1,7152	0,452
40 – 20%	The category is defined correctly	6,6835	4,257	2,387	1,5158
20 – 0%	The category is defined correctly	7,8356	3,054	0,56	1,801

When converting formulas from a standard form to a form that is understandable to the algorithm, the number of such special expressions in relation to the plain text changes slightly. This ratio is calculated by the number of characters in the formulae to the total number of characters in the text.

When converting to TEX format, the percentage does not increase too much, because formulas move from a normal view to a linear one with some transformations that do not greatly increase the length of the expression. It is important to note that this method generates some garbage that is cleared at the preprocessing stage, so we do not take it into account when calculating the ratio.

In Speech-To-Text, the percentage increases quite a bit, because in the text representation the formula expression has a longer record, as opposed to the fact that we would write the formula with special characters. But it is necessary to notice that at such representation the problem of classification becomes easier as all text now consists of usual words.

Table 2

Mathematical text classification results for Speech-To-Text method

Number of formulas in the text	Classification result	D-factor similarity for categories			
		Mathematics	Philosophy	Biology	Law
100 – 80%	The category is defined correctly	1,8838	0,7479	0,2091	0,0292
80 – 60%	The category is defined correctly	2,73	1,1069	1,0749	0,5731
60 – 40%	The category is defined correctly	5,4363	1,7219	2,3329	1,2035
40 – 20%	The category is defined correctly	6,9817	4,8547	3,0244	4,0082
20 – 0%	The category is defined correctly	9,3547	4,5856	3,5056	2,6571

The testing of the two methods revealed that the method of converting voice into text, with formulas in the text ranging from 80 to 100 percent, yielded more accurate results than the method of translating a text document into TEX format. It can therefore be argued that the method of converting a continuous signal to a discrete model is more versatile and effective.

References

1. Vapnik V. N., Chervonenckis A. A. Theory of pattern recognition: a training manual. M.: Science, 1974. P. 416.
2. Lavrenov A. O., Oleynikov B. V. Classification of texts containing formulas. M.: Moscow S.Y. Witte University, 2014. P. 120. ISSN 2312-5500.
3. Manning C., Raghavan P., Schütze H. Introduction to information Retrieval [Electronic resource]: online edition. Access mode: <https://nlp.stanford.edu/IR-book>.
4. Shabanov V. I., Vlasova A. E. Algorithm of formation of associative relations and its application in search engines: a training manual. M.: Dialog-2003, 2003. P. 700.

USE OF SIGMOID FUNCTION WITH FLOATING INFLECTION POINT IN NEURAL NETWORK LEARNING METHOD

I.A. Shikhov*

Supervisor B.V. Oleynikov

Ph.D., Associate Professor

Siberian Federal University

When conducting research and technical developments in many cases there are situations when the source data has missing values. Usually, incomplete data occurs due to measurement errors, all kinds of technical equipment failures, natural phenomena, distortions or concealments of information, etc. The problem of handling missing values in data arrays is usually encountered when conducting a variety of technical, sociological, economic, and other studies. Various techniques exist as a solution to this problem, ranging from data deletion to imputation algorithms, as well genetic algorithms and neural networks. The latter, however, use activation functions that amplify or reduce the signal between neurons during network training.

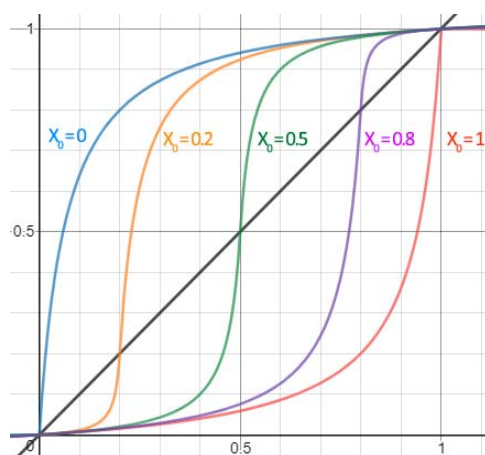
The purpose of this work is to improve the training of the neural network using the sigmoid activation function with a floating inflection point.

For the first time, the sigmoid with floating inflection point was proposed in 1984 for biocenotic studies as a generalized similarity coefficient. In mathematical form, it can be written as [3]:

$$f(x) = \frac{(x_0 \cdot x)}{m^4 x_0 - (m^4 - 1)x} \cdot \frac{1 + \text{sign}(x_0 - x)}{2} + \left(x_0 + \frac{m^4(x - x_0)(1 - x_0)}{(1 - x_0) + (m^4 - 1)(x - x_0)} \right) \cdot \frac{1 + \text{sign}(x - x_0)}{2}$$

where x_0 is the inflection point, m is the coefficient of the curve steepness.

Note that $x_0 \in [0,1]$, and $m \in [1, \infty]$.



View of a sigmoid with floating Inflection point at different values x_0 and $m = 2$

* © Shikhov I.A., 2019

This paper presents a comparative analysis of the use of standard sigmoid activation function and sigmoid activation function with floating Inflection point when handling statistical data.

The experiment was conducted using data from biocenotic studies in the Krasnoyarsk reservoir. Multilayer perceptron and backpropagation learning were used. During the experiment it was found that the sigmoid activation function with a controlled point was trained faster than the usual sigmoid activation function, but not significant. However, this method can be applied for pre-training neural network, if required.

Table

Inference of neural network training

	Learning time	Mean Squared Error	Correlation between predicted and original data
Standard sigmoid activation function	0:00:02,58	0,142	0,797
Sigmoid activation function with floating Inflection point	0:00:02,35	0,137	0,804

In further work the use of genetic algorithms as neural network learning method is going to be considered, instead of the backpropagation.

References

1. Little R. J. A., Rubin D. B. Statistical analysis with missing data (2nd ed.), Hoboken, NJ: Wiley, 2002.
2. Tshilidzi Marwala Computational Intelligence for Missing Data Imputation, Estimation, and Management: Knowledge Optimization Techniques (1st ed.), Hershey, PA: Information Science Reference, 2009.
3. Oleynikov B. V. Development of automation of information and mathematical support of hydrobiological studies of the Krasnoyarsk reservoir // Krasnoyarsk reservoir: biota, water quality: monography / under the editorship of academician A. F. Alimov, Grand PhD in Biological sciences M. B. Ivanova; rep. for release Prof. Z. G. Gold. Krasnoyarsk: SFU, 2008. P. 473–506 (Ch. 6).

METHODS OF SIMULATION THE MOTION OF VISCOUS AND NON-VISCOUS LIQUIDS IN THE CHANNEL OF COMPLEX SHAPE

V. Sizascko¹, A.S. Belykh^{2*}

Supervisor A.L. Adrianov¹

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Language supervisor T.N. Sviridova¹

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk

¹*Siberian Federal University*

²*Siberian State University of Science and Technology
named after Academician M. Reshetnev*

Today, transportation of strategically important hydrocarbon feedstock through pipes is the most efficient way, because the distance from the mining area to consumers may be more than one thousand kilometers, and delivery by other methods is not used for economic reasons. Accordingly, the current search for engineering solutions to reduce the risk of accidents on the pipeline is important. For this, it is necessary to create new and (or) modify existing methods for modeling emergency situations.

The stationary motion of viscous and non-viscous liquids is studied on the basis of mathematical models of varying complexity. To connect the velocity and pressure of the liquid at any point of the pipe, first we use the Bernoulli equation (1) for the real fluid flow [1]:

$$z_1 + \frac{P_{s1}}{\rho g} + \frac{\alpha U_{avr1}^2}{2g} = z_2 + \frac{P_{s2}}{\rho g} + \frac{\alpha U_{avr2}^2}{2g} + h_{\Sigma_{1 \rightarrow 2}} \quad (1)$$

Where U_{avr1}, U_{avr2} – average speeds in sections 1 and 2;

P_{s1}, P_{s2} – static pressure;

z_1, z_2 – geometric height;

α – Coriolis coefficient;

$h_{\Sigma_{1 \rightarrow 2}}$ – total thrust loss in the area 1-2.

At the training experimental setup (laboratory of hydraulics of the Siberian State University) a study was carried out [2] to examine the law of fluid motion in a horizontal Venturi tube (Figure). Volumetric flow rate Q was determined by a rotor-meter and was regulated by a valve. The overpressure was measured using piezometers connected to the main pipe by fittings III, in which holes had been drilled.

To determine the speed in the current section, the law of conservation of flow rate Q was used. Two experiments were conducted with different flow rates Q of the fluid, readings were taken from piezometers (see Table).

* © Sizascko V., Belykh A.S., 2019

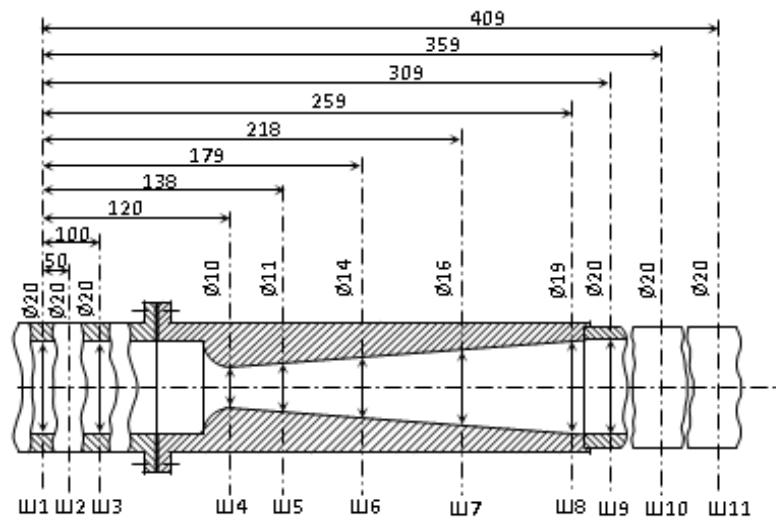


Fig. Venturi tube diagram (dimensions are given in mm.)

Table

Instrument readings

Expe- rience number	$Q,$ $10^{-4} \cdot \frac{M}{c}$	$P_{over1},$ Pa	$P_{over2},$ Pa	$P_{over3},$ Pa	$P_{over4},$ Pa	$P_{over5},$ Pa	$P_{over6},$ Pa	$P_{over7},$ Pa	$P_{over8},$ Pa	$P_{over9},$ Pa	$P_{over10},$ Pa	$P_{over11},$ Pa
1	1.619	4591	4581	4572	2594	2907	3808	4033	4151	4200	4190	4180
2	2.617	5717	5697	5677	616	1301	3582	4199	4503	4630	4620	4610

In the course of this experiment, the efficiency of equation (1) was confirmed. Therefore, in parallel, analytical calculations were made in the Mathcad [3] environment and numerical simulation was performed in the computer aided design system SolidWorks [4].

The data obtained in the course of a physical experiment are compared with analytical and numerical (based on the Navier-Stokes equations [5]) calculations.

References

1. Kiselev P. G. Hydraulics. Fundamentals of liquid mechanics. Textbook for universities. M.: Energy, 1980. 360 p.
2. Kozlov V. S., Semenova L. A. Hydraulics. Laboratory workshop. Krasnoyarsk: SibSAU, 2003. 124 p.
3. Makarov E. G. Engineering calculations in Mathcad. Training course. SPb.: Peter, 2005. 448 p.
4. Alyamovsky A. A. Engineering calculations in Solidworks Simulation. M.: DMK Press, 2010. 464 p.
5. Shterenlicht D. V. Hydraulics. Textbook for universities. M.: Energoatomizdat, 2008. 640 p.

DEVELOPMENT OF A RANDOM GRAPH GENERATION ALGORITHM FOR THE ERMG MODEL

P.V. Sizikov*

Scientific supervisor V.R. Kulikov
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Assistant Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

Random graph is the general term to refer to probability distributions over graphs. Random graphs may be described simply by a probability distribution, or by a random process which generates them. From a mathematical perspective, random graphs are used to answer questions about the properties of typical graphs. Its practical applications are found in all areas in which complex networks need to be modeled – a large number of random graph models are thus known, mirroring the diverse types of complex networks encountered in different areas [1].

The theory of random graphs is a relatively young science, which began to develop intensively in the late 50s of the 20th century after the publication of the articles of P. Erdős and A. Rényi about the evolution of random graphs [2]. Erdős–Rényi model consider a graph $G(n, p)$ having n (labeled) vertices and $N = C_n^2$ possible edges. For every possible edge, we perform a Bernoulli test with a given probability p . The “success” means that the edge is presented in $G(n, p)$. This model is quite old and does not converge well with real-world data but still solves some related problems, for example the problem of the reliability of the transport network.

As a generalization of this model, the Erdős–Rényi mixture model for graphs was proposed. As following we will denote this model as ERMG [3].

The ERMG model supposes that vertices are spread into Q clusters with prior probabilities $\alpha_i = (\alpha_1, \dots, \alpha_Q)$ for vertex to belong to cluster i :

$$\alpha_q = \Pr\{i \in q\}, \text{ with } \sum_q \alpha_q = 1.$$

Then we denote π_{ql} the probability for a vertex from group q to be connected with a vertex from group l . Because the graph is undirected, these probabilities must be symmetric such that:

$$\pi_{ql} = \pi_{lq}.$$

We finally suppose that edges $\{X_{ij}\}$ are conditionally independent give the groups of vertices i and j :

$$X_{ij} | \{i \in q, j \in l\} \sim \mathbf{B}(\pi_{ql}).$$

* © Sizikov P.V., 2019

The ERMG model is quite flexible to describe different types of networks. The advantage of this model lies in the fact that with a known structure of the required type of graphs, we obtain with sufficiently high accuracy the realization of the necessary graphs with similar characteristics.

In this article, we proposed the implementation of the graph generation algorithm for ERMG model.

Pseudocode realization of the graph generation algorithm for ERMG model

Input: The set of labeled nodes $V = \{1, \dots, n\}$.
 Prior probabilities $\alpha_i = (\alpha_1, \dots, \alpha_Q)$ for vertex to belong to cluster i .
 Matrix π_{ql} the probability for a vertex from group q to be connected with a vertex from group l .

Output: Random graph G corresponding to the specified parameters.
 Clusters = array of [list of nodes] capacity = Q
 $G = (V, E)$ where V is from input and E is empty list of edges

For all $v \in V$:

Put v in Clusters[k] according to distribution function built on α_i

For q (the number of cluster) in Clusters:

For l (the number of cluster) in Clusters:

if $q = l$:

Foreach pair $(v1, v2), v1, v2 \in Clusters[q]$:

TryAddEdge ($G, v1, v2, \pi_{qq}$)

else:

Foreach pair $(v1, v2), v1 \in Clusters[q], v2 \in Clusters[l]$:

TryAddEdge ($G, v1, v2, \pi_{ql}$)

Function TryAddEdge($G, v1, v2, p \in [0..1]$):

rnd = RandomNumber $\in [0..1]$

if rnd $\leq p$:

$G.AddEdge(v1, v2)$

End Function

The program was implemented using programming language Python 3.6 as an imported module and will be available as an open source project on github.com.

References

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Random_graph.
2. Erdős, P. Rényi, A (1959) On Random Graphs I. in Publ. Math. Debrecen 6. P. 290–297.
3. Jean-Louis Daudin, Franck Picard, Stéphane Robin. A mixture model for random graphs. [Research Report] RR-5840, INRIA. 2006. P. 19.

**AUTOMATIC ADJUSTMENT
OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK PARAMETERS
TO SOLVE THE CLASSIFICATION PROBLEM**

E.A. Sukhocheva*

Scientific Supervisor of studies Semenkin E.S.
Doctor of Technical Sciences, Professor
Language Supervisor T.N. Sviridova

Siberian Federal University

Nowadays, artificial neural networks are widely used to solve various problems of data analysis. One of the most common tasks in practice is the task of classification. It consists in determining whether an object that does not belong to the training set belongs to one of the specified classes. Such tasks include medical diagnostics, banking scoring, recognition of fires from satellite photos, etc.

However, in the application of neural networks there are significant difficulties such as the selection of the network structure that can adequately solve the problem, as well as setting the network weights. Thus, there is a need to develop an algorithm that will carry out the selection of the neural network structure suitable for a particular task [1]. This is an optimization task.

Also, it should be noted that neural networks are a structure of the "black box" type [2], so to solve the problem it is necessary to use direct search methods, since such methods allow to find Optima for functions specified algorithmically. In this paper, genetic algorithms [3] are used to find the optimal structure and weight coefficients of an artificial neural network.

At the beginning of the work, a genetic algorithm is called, which looks for the optimal structure of the neural network. Then, at the stage of determining the fitness of an individual, a genetic algorithm is called to adjust the weight coefficients. As a result of the algorithm, a certain structure of the neural network is obtained, for which the final weight coefficients are selected by the genetic algorithm. The resulting neural network is used to classify the test sample.

The efficiency of the algorithm was tested on two classification problems [4] of different complexity. In each task it is necessary to refer the selection object to one of the given classes. Table 1 provides the necessary information about the practical tasks.

As a measure of efficiency for the test problem of Iris classification, reliability was used – the ratio of the number of successful launches to the total number of launches on the test sample for the resulting network architecture algorithm and the values of its weight coefficients, reliability was calculated for 100 launches of the algorithm with fixed evolutionary operators.

* © Sukhocheva E.A., 2019

Table 1

Practical task

Task	The dimension of the input	The dimension of the output	Размерность выборки		Threshold value
			Training	Test	
Classification of irises	4	3	105	45	0,95
Definition of Parkinson's disease	22	2	136	59	-

A run was considered successful if the number of the correctly classified test sample objects were equal to or greater than the specified threshold.

For the problem of Iris classification, 10 independent runs with different evolutionary operators were carried out, as a result of which the algorithm worked 100 times. Sample mean \bar{X} and corrected variance σ were calculated for the reliability values obtained from the test. The results are shown in Figure 1.

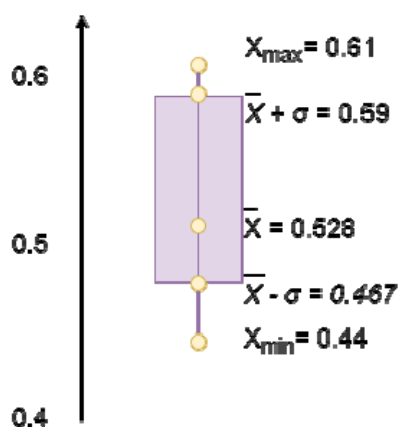


Fig. 1. Results of algorithms for the problem of classification of irises

Figure 2 shows the best structure found by the algorithm, which solves the problem with an accuracy of 100%.

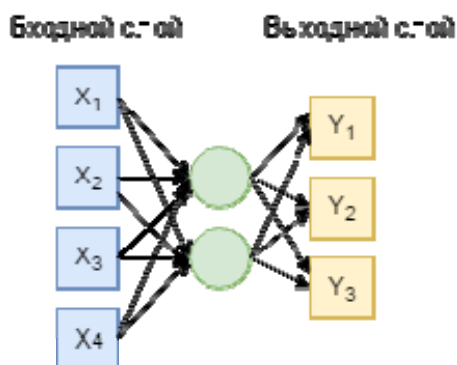


Fig. 2. Optimal network architecture for the iris classification problem

In the task of diagnosing Parkinson's disease, it is necessary to determine whether the patient is sick or not according to voice measurements [5, 6].

In the process of operation, the algorithm worked 100 times in one run, the accuracy values obtained from the launches were averaged and compared with the accuracy of the network with the same maximum architecture implemented in the Matlab environment, which is trained by the error back propagation method. Resources for learning algorithms were allocated the same. The results of the comparison are shown in Table 2 (N is the maximum number of layers in the network P is the maximum number of neurons on layer).

Table 2

Results for the diagnosis of Parkinson's disease

Network architecture (N; P)	Automatically generated network	Network from Matlab
2; 5	0,7745	0,5789
1; 10	0,7	0,05674

As a result of the comparison, it turned out that the accuracy of the solution of this problem in a neural network generated automatically by evolutionary algorithms was higher than in a neural network trained by the standard method. However, summing up the results of testing, we can conclude that the result of the genetic algorithm is highly dependent on the choice of evolutionary operators, so in the future it is planned to develop an algorithm that will select the necessary set of operators for the selected problem.

References

1. Barsegyan A. A., Kupriyanov M. S., Stepanenko V. V., Kholod I. Data Mining, Visual.
2. Mining, Text Mining, OLAP. Petersburg, 2007. 336 p.
3. Popov E. A., Semenkina M. E. Self-configuring genetic programming algorithm for medical diagnostic problems. / Bulletin of the Reshetnev Siberian State Aerospace University. 2013. № 4 (50). C. 116–123.
4. Lichman M. UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. 2013.
5. Little M. A., McSharry P. E., Hunter E. J., Spielman J., Ramig L. O. Suitability of dysphonia measurements for telemonitoring of Parkinson's disease, IEEE Transactions Biomedical Engineering (September 11, 2008).
6. Little M. A., McSharry P. E., Roberts S. J., Costello D. A., Moroz I. M. Exploiting Nonlinear recurrence and Fractal scaling properties for voice disorder detection. Biomed Eng Online. 2007.

MATHEMATICAL MODELING OF BENDING OF MULTI-LAYER COMPOSITE PLATES

Y.G. Surikova*

Scientific supervisor V.M. Sadovski
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
Language supervisor T.N. Sviridova
Siberian Federal University

Light, high-strength and low-cost artificial construction materials are currently being intensively developed. As a result, many materials have reached the limit of their properties. Therefore, the specialists who are faced with the task of significantly improving their properties are forced to create fundamentally new materials, of which composites are an example [1]. The design of new composite materials with high strength, stiffness and toughness, usually leads to high strength and rigid components. [2]. Composite materials, reinforced with fibers or grains, have high relative strength and rigidity. Some of them are multi-resistant, multi-modular or multi-strength, i.e. they resist stretching and compression differently and have different elastic moduli and different limits of tensile strength and compression.

Objective: Simulation of the bending of a multi-layer composite plate, taking into account different layer resistance.

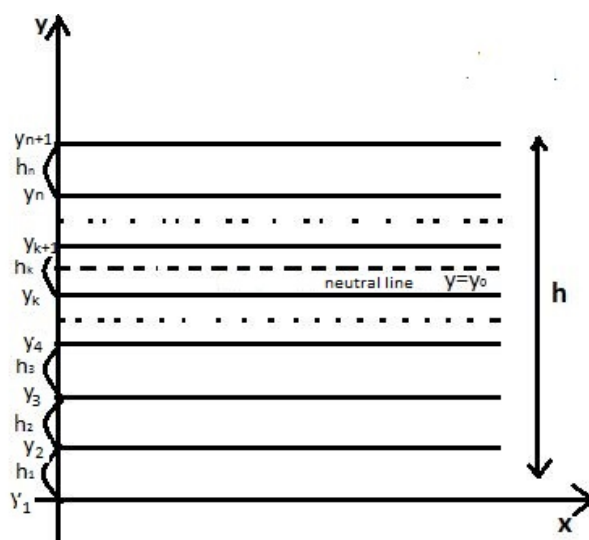


Fig. 1. Model of a multi-layer composite plate

When bending the plate, the upper fibers are in a state of stretching, and the lower ones are in a state of compression. The deformation $\varepsilon(y)$ is distributed linearly over the thickness of the plate relative to the neutral line, whose position is not

* © Surikova Y.G., 2019

known in advance. The stress distribution in the layers is set in accordance with Hooke's law:

$$\sigma(y) = \begin{cases} E^+(y)\varepsilon(y), & \text{else } y \geq y_0 \\ E^-(y)\varepsilon(y), & \text{else } y < y_0 \end{cases}, \quad \varepsilon(y) = \frac{y-y_0}{R}$$

where $\sigma(y)$ - voltage; R – radius of curvature; y – vertical coordinate; E^+ и E^- – Young's moduli under tension and compression; y_0 – neutral line position.

Table

Characteristics of some composites

Color	Components	E_m , GPa	E_a , GPa
Black	Epoxy resin + carbon	4.8	200
Green	Thermoplastic + glass	25	73
Blue	Aluminum + boron	70	441

To show how important it is to take into account the different modularity, for single-layer composite plates of the materials presented in the table, calculations of the bending problem were carried out with and without regard to their different resistance. Young's moduli under tension were calculated using the Reis–Voigt averaging formula: $E^+ = \omega E_a + (1 - \omega)E_m$, where ω – reinforcement degree, E_a и E_m – Young's moduli of fiber and matrix. The Young's modulus of a composite under compression was considered to be equal to E_m .

A program was developed to calculate the relative deflection error. Calculations showed that not taking into account the difference in strength, can lead to an error from 30% to 90% (figure 2).

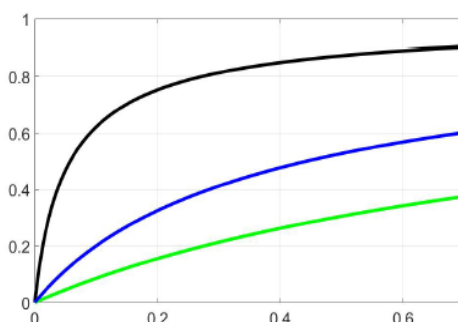


Fig. 2. Relative error

For the multi-layer composite plate, an algorithm for finding the neutral line and an algorithm for maximizing cylindrical rigidity due to permutations of the layers of the multi-layer composite plate were developed and implemented in the Matlab system.

References

1. Ambartsumyan S. A. Multimodule theory of elasticity. M.: Science. Main edition of the physical and mathematical literature, page 1982. 320 p.
2. Matthews F., Rawlings R. Composite materials. Mechanics and technology. M.: Technosphere, 2004. 408 p.

**UNIFICATION PROBLEM AND SEMANTIC CHARACTERISATION
FOR LINEAR MULTI-AGENT LOGIC OF NON-TRANSITIVE TIME
WITH THE UNIVERSAL MODALITY**

T.Yu. Zvereva*

Scientific supervisor S.I. Bashmakov
Candidate of Physical and Mathematical Sciences
Siberian Federal University

The basic unification problem can be formulated as a possibility to transform formula to a theorem after replacing its variables to some sub-formulas. In this way, the problem has been actively investigated since the 80s of the 20th century. The most important results here were obtained by S. Ghilardi, V. Rybakov, R. Iemhoff, E. Jerabek, W. Dzik. In [2] S. Bashmakov proved projective unification in linear non-transitive temporal logic with the universal modality *ULITL*. In our work, we conducted a literature review and successfully confirmed that these results correct for the case of multi-agent logic too.

The *language* L^{ULITK} includes unary modal operators $\{\Box_u, N, \Box_1, \dots, \Box_n\}$, where

- \Box_u – universal modality;
- N – non-transitive non-reflexive modality;
- $\forall i \in [1; n]$ \Box_i – set of corresponding operators for agent's knowledge.

Definition 1. *ULITK-frame* is a set $F := \langle W^N, Next, R_1, \dots, R_n \rangle$, where

- 1) W^N is a basic set of clusters $C_t, t \in \mathbb{N}$, and $C_{t_1} \cap C_{t_2} = \emptyset$ if $t_1 \neq t_2$. Each cluster C_t consist of finite number of elements-agents;
- 2) *Next* is a relation «Next natural number»;
- 3) R_1, \dots, R_n are relations, defining available knowledge for agents.

ULITK-frames are modelling the situation, when time is non-transitive and only *Next* moment is available from now. Knowledge of each *i*-agent is defining by corresponding relations R_i , which, generally speaking, could be transitive or non-transitive.

Definition 2. *Model* based on the *ULITK-frame* is a pair $M = \langle F, V \rangle$, where V is a valuation of variables onto a frame. Truth conditions of formulas, which include modal operations from the defined language, are follows: $\forall a \in F$

- a) $a \Vdash_V \Box_u \varphi \Leftrightarrow \forall b \in F b \Vdash_V \varphi$;
- b) $a \Vdash_V N\varphi \Leftrightarrow \forall b \in F a Next b: b \Vdash_V \varphi$;
- c) $a \Vdash_V \Box_i \varphi \Leftrightarrow \forall b \in F a R_i b b \Vdash_V \varphi$.

Logic ULITK is a set of all valid on all *ULITK-frames* formulas from the language L^{ULITK} .

Definition 3. A formula φ is *unifiable* in logic \mathcal{L} , if there is a substitution $\sigma: x_i \mapsto \sigma(x_i), \forall x_i \in Var(\varphi)$, s.t. $\sigma(\varphi) \in \mathcal{L}$.

* © Zvereva T.Yu., 2019

Definition 4. A formula φ is projective unifiable in *ULITK* if there is an unifier $\sigma: x_i \mapsto \sigma(x_i)$, $\forall x_i \in Var(\varphi)$, s.t. $\Box_u \varphi \rightarrow [x_i \equiv \sigma(x_i)] \in ULITK$. In this case, σ is called a projective unifier.

We proved projective unification for *ULITK*. As a corollary, we obtained unitary type of unification for studied logic.

References

1. Ghilardi S. Unification in Intuitionistic logic // Journal of Symbolic Logic. 1999. V. 64. № 2. P. 859–880.
2. Bashmakov S. I. Unification in linear modal logic on non-transitive time with the universal modality // Journal SibFU. Math. Phys. 2018. V. 11. № 1. P. 3–9.

Актуальные вопросы химии

ПОДБОР УСЛОВИЙ АНИОНООБМЕННОГО СИНТЕЗА ЖЕЛЕЗО-ЭРБИЕВОГО ГРАНАТА

Е.В. Григорьева*

Научный руководитель С.В. Сайкова
доктор химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Проявляемые оксидными системами со структурой граната уникальные свойства на протяжении многих лет привлекают внимание исследователей. В частности, железо-эрбиевый гранат (ЖЭГ), представленный формулой $\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$, обладает ярко выраженными магнитными и оптическими свойствами, благодаря чему находит широкое применение в качестве изоляторов, циркуляторов, компонентов миниатюрных антенн, магнитных носителей записи [1–3]. Кроме того, ЖЭГ является главным элементом уникальных лазерных излучателей, на основе которых создается медицинское оборудование. Данный тип лазеров помогает реализовать технологию бесконтактного прокола тканей пальца лазерным излучением для забора крови, что практически исключает болевые ощущения, обеспечивает стерильность процедуры, а также снижает ее себестоимость [4].

Синтез ЖЭГ, представляющего собой многокомпонентную систему, является непростой задачей, которая становится еще сложнее при попытке получить материал, характеризующийся химической и фазовой однородностью, что определяет его свойства и области применения. Такой синтез требует тщательного подбора рецептурных и технологических факторов, проведения процесса в строго контролируемых условиях [5].

В данной работе предлагается получение прекурсоров граната $\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ из водных растворов соответствующих солей металлов с использованием в качестве осадителя сильноосновного анионита АВ-17-8 в гидроксидной форме.

Исследовали скорость процесса анионообменного осаждения эрбия, железа (III) и их смеси от времени путем измерения электропроводности системы. Установили, для осаждения эрбия требуется существенно больше времени, чем для железа, что связано с разницей в произведениях растворимости $\text{Er}(\text{OH})_3$ ($\text{ПР} = 1.3 \cdot 10^{-23}$) и $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ($\text{ПР} = 6.3 \cdot 10^{-38}$). При совместном присутствии в растворе эрбия и железа (III) осаждение протекает за 1 ч не более 70 %. Элементный анализ полученных продуктов показал, что в этих условиях формируется прекурсор стехиометричного гранату состава ($n_{\text{Er}}/n_{\text{Fe}}=0.6$). По результатам комплексного термического анализа прекурсора определили, что кристаллизация граната начинается около 700 °С. Образец, обожженный при 650 °С, по данным РФА, содержал фазы ErFeO_3 , Fe_2O_3 и Er_2O_3 , то есть данной температуры недостаточно для формирования структуры граната.

* © Григорьева Е.В., 2019

Список литературы

1. Гареев К. Г. Получение и анализ свойств наноструктурированных композиционных материалов на основе ферритовых систем // Молодой ученый. 2012. № 7. С. 20–23. URL <https://moluch.ru/archive/42/5066> (дата обращения: 02.04.2019).
2. Белов К. П., Зайцева М. А. Новые магнитные материалы – ферриты-гранаты // УФН. 1958. Т. 66. С. 141–144.
3. Ильченко М. Е., Кудинов Е. В. Ферритовые и диэлектрические резонаторы СВЧ. К. : Изд-во Киевского университета, 1973. 175 с.
4. Ristic M., Czako-Nagy I., Popovic S., Music S., Vertes A., Ivanda M. Characterization of oxide phases formed during the synthesis of $\text{Er}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ // Journal of Molecular Structure. 1997. N. 410–411. 1997. P. 281–284.
5. Opuchovic O., Kareiva A., Mazeika K., Baitrunas D. Magnetic nanosized rare earth iron garnets $\text{R}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$: Sol – gel fabrication, characterization and reinspection // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2017. N 422. P. 425–433.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ НАНОКЛАСТЕРОВ ЗОЛОТА НА ПОВЕРХНОСТИ МАГНЕТИТА

Д.В. Карпов*

Научный руководитель С.В. Сайкова
доктор химических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Гибридные магнитные наночастицы на основе магнетита и других ферритов (кобальта, меди, никеля) и золота представляют интерес как материалы для адресной доставки лекарственных средств и медицинской диагностики, термотерапии онкологических заболеваний, в качестве эффективных катализаторов реакций восстановления [1].

Опубликованные в работах методики получения гибридных наночастиц отличаются низкой воспроизводимостью, а полученные при проверке результаты нередко не соответствуют приводимым в данных работах. Коммерческие образцы гидрозолей, содержащие, по заявлениям производителя, наночастицы типа «ядро-оболочка» или декорированные наночастицы, при исследовании методом просвечивающей электронной микроскопии оказываются простой смесью магнитных наночастиц и частиц золота.

Целью настоящей работы является разработка методики получения наночастиц магнетита с иммобилизованными на его поверхности нанокластерами золота.

Авторы предлагают различные восстановители для избирательного восстановления золота на поверхности магнетита. Так, применяются цитрат натрия [2], соединения олова (II) [3], гидроксилламин [4], метионин [5]

Полагая, что метионин за счет наличия нескольких координационных центров (-COOH, -NH₂, -S-) способен эффективно связываться как с поверхностью магнетита, так и с образующимися зародышами золота, нами была выбрана методика восстановления золотохлористоводородной кислоты метионином в щелочной среде. Точный механизм окисления метионина ионами [AuCl₄] – на данный момент является предметом дискуссий. Предполагается, что процесс протекает через образование сульфоксидов и сульфонов.

Для получения наночастиц магнетита с иммобилизованными кластерами золота использовался магнетит со средним диаметром 50 нм, полученный путем частичного окисления гидроксида железа (II) нитратом калия в щелочной среде при повышенной температуре. Полученные наночастицы отмывали от остатков реагентов, центрифугировали, обрабатывали 2 М HClO₄ и редиспергировали в дистиллированной воде под действием ультразвука. Полученный золь прибавляли к 0,030 М раствору метионина, вносили 0,200 мл 0,1 Н[AuCl₄], доводили рН до 12 и проводили инкубирование в течение 4 ч при 40 °С. Затем на-

* © Карпов Д.В., 2019

ночастицы промывали водой и спиртом и редиспергировали в воде для последующего изучения.

По данным просвечивающей электронной микроскопии (рисунок), образец представлен преимущественно сферическими наночастицами магнетита с примесью наностержней. Поверхность частиц покрыта тонкой (около 2 нм) пленкой органического вещества, при помощи которого нанокластеры золота диаметром 1 нм закреплены на наночастицах магнетита. Присутствие золота и магнетита в образце подтверждается результатами рентгеновской дифракции.

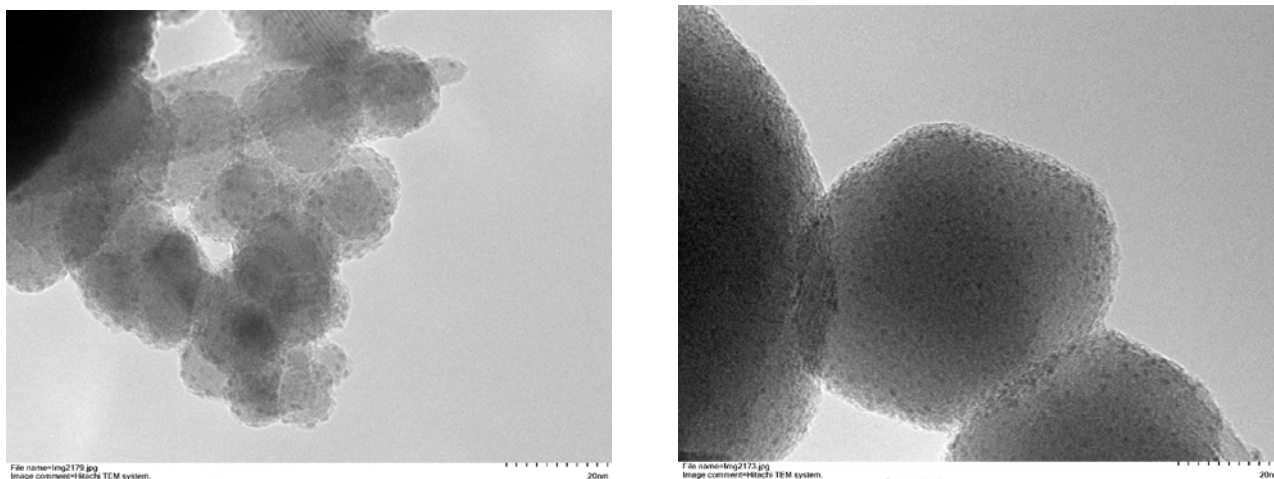


Рис. Микрофотографии образцов магнетита с иммобилизированными нанокластерами золота

Список литературы

1. Zhu H., Ke X., Yang X., Sarina S., Liu H. Reduction of Nitroaromatic Compounds on Supported Gold Nanoparticles by Visible and Ultraviolet Light // *Angewandte Chemie*. 2010. V. 122, № 50. P. 9851–9855.
2. Rudakovskaya P.G., Lebedev D.N., Efremova E.V., Beloglazkina E.K., Zyk N.V., Klyachko N.L., Golovin Yu.I., Savchenko A.G., Mazhuga A.G. Core-shell magnetite-gold nanoparticles: preparing and functionalization by chymotrypsin // *Nanotechnologies in Russia*. 2016. V. 11. P. 144–152.
3. Granitzer P., Rumpf K. Magnetic Nanoparticles Embedded in a Silicon Matrix // *Materials*. 2011. V. 4. P. 908–928.
4. Goon Ian Y., Leo M. H. Lai, May Lim, Paul Munroe, J. Justin Gooding, Rose Amal. Fabrication and Dispersion of Gold-Shell-Protected Magnetite Nanoparticles: Systematic Control Using Polyethyleneimine // *Chem. Mater.* 2009. V. 21, № 4. P. 673–681.
5. Mikalauskaite A., Niaura G., Kondrotas R., Jagminas A. Gold-coated cobalt ferrite nanoparticles via methionine-induced reduction // *J. Phys. Chem. C*. 2015. V. 119, № 30. P. 17398–17407.

Биотехнология

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ 4-ГИДРОКСИБУТИРАТ

В.С. Безбидо^{*1}

Научный руководитель Н.О. Жила²
кандидат биологических наук

¹Сибирский федеральный университет

²Институт биофизики СО РАН

Полигидроксиалканоаты (ПГА) – биополимеры микробиологического происхождения обладают многими свойствами, делающими эти полимеры перспективными для различных сфер, включая медицину [1]. Наиболее изученным является поли-3-гидроксибутират (П(ЗГБ)). Помимо П(ЗГБ), более перспективны сополимерные ПГА, которые имеют различные свойства в зависимости от набора и соотношения мономеров. Сополимеры, содержащие в своем составе мономеры 4-гидроксибутирата (4ГБ), являются биополимерами, признанными многообещающим биоматериалом для применения в медицине и фармацевтической промышленности [2].

Цель работы: исследование роста бактерий *Cupriavidus eutrophus* В-10646 и синтез полимера, содержащего 4-гидроксибутират, впервые используя в качестве источника мономеров 4ГБ – ϵ -капролактон.

Бактерии *Cupriavidus eutrophus* В-10646 выращивали в стеклянных колбах в шейкере-инкубаторе. В качестве основного источника углерода использовали фруктозу; предшественника 4ГБ – ϵ -капролактон; 3-гидроксиивалерата (ЗГВ) – валерат калия. Содержание и состав полимера определяли с использованием хромато-масс-спектрометра Agilent Technologies 7890A/5975C (США). Для определения молекулярной массы полимера использовали гель-проникающую хроматографию (Agilent Technologies 1260 Infinity, США).

ϵ -капролактон, добавляемый на 24 ч культивирования концентрацией свыше 2 г/л, ингибировал рост бактерий, однако содержание полимера в бактериях, культивируемых в присутствии всех исследуемых концентраций ϵ -капролактона (1–5 г/л), практически не отличалось (около 60 % от веса сухой биомассы). Показано, что бактерии в присутствии всех концентраций ϵ -капролактона включали в полимер мономеры 4ГБ. Самое высокое содержание 4ГБ (11,2 мол. %) получено при концентрации ϵ -капролактона в 5 г/л.

Для увеличения содержания мономеров 4ГБ в полимере ϵ -капролактон добавляли в культуру бактерий порциями (не более 2 г/л в одной добавке) через 8–16 ч; общая концентрация ϵ -капролактона, добавляемого в культуру, составляла 4, 6 и 8 г/л. В конце эксперимента (72 ч) содержание полимера было сопоставимым для всех исследуемых концентраций ϵ -капролактона (75–78 % от веса сухой биомассы). Максимальное содержание 4ГБ (21,4 %) наблюдали при концентрации ϵ -капролактона 6 г/л.

* © Безбидо В.С., 2019

Для синтеза трёхкомпонентного полимера, содержащего в своем составе мономеры 3ГВ и 4ГБ, на 48 ч или на 24 и 48 ч добавляли валерат калия в концентрации 1 г/л; ϵ -капролактон добавляли порциями (1 г/л) через 8–16 ч. Показано, что увеличение концентрации добавляемого валерата калия с 1 до 2 г/л приводило к возрастанию содержания 3ГВ в полимере с 7 до 15 мол. %; включение 4ГБ при этом составляло 20–23 мол. %.

Показано снижение молекулярной массы полимеров, содержащих 4ГБ, по сравнению с П(3ГБ). Изучение температурных характеристик показало, что для полимеров с 4ГБ характерно более низкая температура плавления по сравнению с П(3ГБ). С увеличением содержания 4ГБ увеличивается гидрофильность поверхностей плёнок двухкомпонентных полимеров. У плёнок трехкомпонентных полимеров гидрофильность выше там, где одновременно высокое содержание 4ГБ и низкое содержание 3ГВ (таблица).

Таблица

Физико-химические свойства ПГА с различным набором и соотношением мономеров 4ГБ и 3ГВ.

Состав ПГА, мол %			М _{числ} , кДа	М _{вес} , кДа	ПД	T _{пл} , °С	T _{стек} , °С	T _{крист} , °С	T _{дегр} , °С
Гомополимер П(3ГБ)									
3ГБ = 100			368	920	2,5	178	–	92	295
Двухкомпонентные ПГА 3ГБ/4ГБ									
90	10		160	550	3,4	154	-3,5	68	297
84	16		95	598	6,3	167	-4,0	59	289
79	21		103	665	6,5	167,174	–	99	288
Трёхкомпонентные ПГА 3ГБ/3ГВ/4ГБ									
72	5	23	111	547	4,9	168	-6,5	75	294
71	16	13	169	820	4,9	166, 174	-16,9	95	293
67	9	24	165	705	4,3	173	–	77	294
62	15	23	81	421	5,2	168	-7,5	65	297

Таким образом, ϵ -капролактон является предшественником мономеров 4ГБ. Добавление ϵ -капролактона приводит к увеличению содержания 4ГБ мономеров в сополимере. Добавление валерата калия и ϵ -капролактона приводит к синтезу трехкомпонентного полимера.

Список литературы

1. Amass W. A. Review of Biodegradable Polymers: Uses, Current Developments in the Synthesis and Characterization of Biodegradable Polyesters, Blends of Biodegradable Polymers and Recent Advances in Biodegradation Studies // *Polymer Int.* 1998. № 47. P. 89–144.
2. Muzaiyanah A. R. Studies on the Microbial Synthesis and Characterization of Polyhydroxyalkanoates Containing 4-Hydroxyvalerate Using γ -Valerolactone // *Biochemist Biotechnology.* 2013. № 170. P. 1194–1215.

**ЖИРНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ ЛИПИДОВ
И ПРОДУКЦИЯ ПОЛИГИДРОКСИАЛКАНОАТОВ БАКТЕРИЯМИ
CUPRIAVIDUS EUTROPHUS B-10646,
КУЛЬТИВИРУЕМЫМИ НА ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЕ**

О.А. Богданова^{*1}

Научный руководитель Н.О. Жила²
кандидат биологических наук

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт биофизики СО РАН*

Ключевые слова: *Cupriavidus eutrophus*, олеиновая кислота, полигидроксиалканоаты, жирные кислоты, липополисахариды, внутриклеточные липиды, микроскопия.

Полигидроксиалканоаты (ПГА) – полимеры гидроксипроизводных жирных кислот. Они обладают рядом полезных свойств, таких как биodeградация и биосовместимость.

ПГА достаточно дорогостоящие материалы и поэтому не нашли широкого применения. Одним из факторов, влияющих на их стоимость, является субстрат. Так, экономически более выгодным субстратом, по сравнению с сахарами, является олеиновая кислота. В целях использования того или иного субстрата для получения ПГА в промышленных масштабах необходимо сначала исследовать основные физиолого-биохимические особенности штамма-продуцента на исследуемом субстрате.

Цель работы: исследовать штамм бактерий *C. eutrophus* B-10646 в периодической культуре при росте на олеиновой кислоте.

Материалы и методы

Бактерии выращивали в стеклянных колбах с использованием термостатируемого шейкера-инкубатора Incubator Shaker Innova® при температуре 30 °С и 200 г/м. Культивирование бактерий проводили в течение 72 ч с использованием минеральной среды Шлегеля. В качестве углеродного субстрата использовали олеиновую кислоту, начальная концентрация которой составляла 10–12 г/л. Концентрацию биомассы регистрировали весовым способом. Общее содержание полимера в биомассе определяли хроматографией метиловых эфиров жирных кислот на хромато-масс-спектрометре (7890A/5975C, Agilent Technologies, USA). Молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера исследовали с использованием хроматографа для гель-проникающей хроматографии Agilent Technologies 1260 Infinity (США). Липополисахариды экстрагировали из клеток *C. eutrophus* B-10646 методом с использованием горячего фенола. Липиды цитоплазматической мембраны экстра-

* © Богданова О.А., 2019

гировали по методу Фолча. Метилловые эфиры жирных кислот анализировали на хромато-масс-спектрометре (7890A/5975C, Agilent Technologies, USA). Размеры клеток определяли с использованием просвечивающего электронного микроскопа HT-7700, Hitachi.

Полученные результаты

По итогам работы выход биомассы составил $(6,7 \pm 0,8)$ г/л с общим содержанием полимера $(91 \pm 5,5)$ % от веса сухой биомассы. Клетки синтезировали гетерополимер, содержащий включения 3-гидроксиварата 1,5–3 %. Экономический коэффициент (Y) составил 0,76 г биомассы/г используемого субстрата, что выше, чем при культивировании на сахарах (0,3–0,35) (Grigull et al., 2008). Средневесовая молекулярная масса полимера снижалась в ходе культивирования с $(693 \pm 2,5)$ кДа до (480 ± 1) кДа. Полидисперсность полимера увеличивалась с 3,2 до 3,68.

В таблице представлено распределение жирных кислот по фракциям липидов на разных этапах культивирования. Основной жирной кислотой внутриклеточных липидов была насыщенная 16:0. Ненасыщенные жирные кислоты представлены в основном 16:1 ω 7, 18:1 ω 9, 18:1 ω 9. Доля циклопропановых кислот возросла в два раза. Количество ненасыщенных жирных кислот превышало количество насыщенных.

Таблица

Состав жирных кислот липидов бактерий *Cupriavidus eutrophus* B-10646, выращиваемых на олеиновой кислоте, на разных стадиях культивирования

Кислота	ВЛ	ПСЛ	ВЛ	ПСЛ	ВЛ	ПСЛ
	24 ч		48 ч		72 ч	
14:0	2.9 \pm 0.1	18.9 \pm 1.3	2.5 \pm 0.4	22.3 \pm 1.5	3.1 \pm 0.2	21.0 \pm 1.6
16:0	27.3 \pm 0.6	8.4 \pm 0.5	27.5 \pm 1.4	7.1 \pm 1.0	31.5 \pm 1.7	8.3 \pm 0.6
16:1 ω 7	18.4 \pm 1.1	0.8 \pm 0.1	13.3 \pm 0.7	1.1 \pm 0.2	8.5 \pm 1.0	1.1 \pm 0.3
C-17:0 ^a	5.1 \pm 0.3	–	6.8 \pm 0.8	–	8.9 \pm 0.3	–
18:1 ω 9	20.4 \pm 1.3	1.2 \pm 0.3	24.1 \pm 2.1	0.6 \pm 0.1	23.4 \pm 0.9	0.3 \pm 0.1
C-19:0 ^a	0.5 \pm 0.2	–	0.7 \pm 0.2	–	1.3 \pm 0.2	–
β -ОН14:0	–	54.2 \pm 4.1	–	53.9 \pm 2.5	–	54.1 \pm 2.7
Другие ^b	44.3 \pm 0.3	17.3 \pm 0.3	39.1 \pm 0.1	16.1 \pm 0.4	33.1 \pm 0.1	16.3 \pm 0.2
Σ гидроксиЖК	0	58.6 \pm 0.2	0	60.3 \pm 0.1	0	59 \pm 0.3
Σ циклопропановые ЖК	5.6 \pm 0.2	0	7.5 \pm 0.2	0	10.2 \pm 0.4	0
Σ насыщ. ^b / Σ ненасыщ. ^b	0.62	6.8	0.62	7	0.86	7.9

Примечание:

– не обнаружено

^a – циклопропановая жирная кислота

^b – 10:0, 14:1 ω 5, 15:1 ω 6, 17:0, 17:1 ω 9

^b – насыщ. – насыщенные жирные кислоты, включая прямоцепочечные, циклопропановые кислоты и гидроксикислоты

ненасыщ. – ненасыщенные жирные кислоты

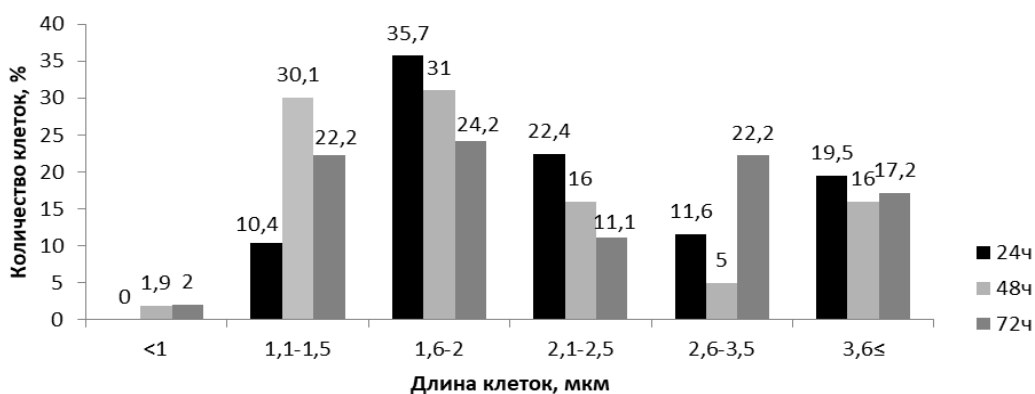


Рис. Процентное распределение клеток по длине на 24, 48, 72 ч культивирования

Основной жирной кислотой липополисахаридов являлась β -ОН14:0, доля которой превышала 50 %. Циклопропановых кислот в составе прочносвязанных липидов обнаружено не было. Основной насыщенной жирной кислотой являлась 14:0. Содержание моноеновых жирных кислот было минимальным и не превышало 5 % от общего количества жирных кислот на всех этапах культивирования.

Микроскопическое исследование клеток показало, что в культуре бактерий, находящихся в фазе активного роста, присутствовали клетки длиной от 1 до 4,8 мкм. Процентное распределение клеток по их длине представлено на рисунке. Увеличение процента более коротких клеток на 48 ч культивирования, по-видимому, связано с активным делением. С наступлением стационарной фазы культуры (72 ч) в популяции в единичных количествах встречались гигантские клетки длиной 20–30 мкм. Данное явление связано с нарушенным делением.

Заключение

Таким образом, были исследованы физиолого-биохимические свойства бактерий *S. eutrophus* В-10646 в периодической культуре при росте на олеиновой кислоте.

Описаны характеристики роста бактерий, содержание и молекулярно-массовое распределение полимера, жирнокислотный состав липидов клеток, размерные параметры клеток. По итогам работы можно сказать, что олеиновая кислота является перспективным субстратом для синтеза ПГА по сравнению с культивированием на сахарах.

Список литературы

1. Волова Т. Г. Разрушаемые микробные полигидроксиалканоаты в качестве технического аналога неразрушаемых полиолефинов // Journal of Siberian Federal University. Biology 2.-2015. С. 131–151.
2. Buyer J. S. Identification of bacteria from single colonies by fatty acid analysis // J. Microb. Meth. 2002. Vol. 48. P. 259–265.

3. Grigull V. H., Silva D. D., Garcia M. C. F., Furlan S. A., Pezzin A. P. T., Schneider A. L. S, Aragão G. F. Production and Characterization of Poly(3-Hydroxybutyrate) from Oleic Acid by *Ralstonia eutropha* // Food Technol. Biotechnol. 2008. Vol. 46, No 2. P. 223–228.

4. Koller M., Atlic A., Dias M., Reiterer A., Braunegg G. Microbial PHA Production from Waste Raw Materials // Microbiology Monographs. 2010. Vol. 14. P. 85–114.

5. Tanadchangsang N., Yu J. Microbial Synthesis of Polyhydroxybutyrate From Glycerol: Gluconeogenesis, Molecular Weight and Material Properties of Biopolyester // Biotechnology and Bioengineering. Vol. 109, No. 11. P. 2808–2818.

**ВЛИЯНИЕ NaCl НА РОСТ БАКТЕРИЙ
CUPRIAVIDUS EUTROPHUS B-10646, СИНТЕЗ СОПОЛИМЕРА
(3-ГИДРОКСИБУТИРАТ/3-ГИДРОКСИВАЛЕРАТ;
3-ГИДРОКСИБУТИРАТ/4-ГИДРОКСИБУТИРАТ)**

К.С. Болотова*

Научный руководитель Н.О. Жила
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

Полигидроксиалканоаты (ПГА) принадлежат к классу алифатических полиэфиров на основе гидроксикарбоновых кислот. ПГА синтезируются многими микроорганизмами как место хранения углерода и энергии. ПГА по физико-химическим свойствам сходны с синтетическими полимерами, не разрушающимися в природной среде [1]. Многие микроорганизмы способны синтезировать ПГА, в частности галофильные микроорганизмы, так как синтез ПГА происходит в стрессовых ситуациях, таких как содержание NaCl в среде [2]. Влияние NaCl на ключевые ферменты катаболизма и анаболизма бактерий достоверно не изучено, однако в отдельных работах указывалось, что активность некоторых ферментов увеличивается, тогда как для некоторых ферментов активность снижается [3]. Сообщалось, что *Rhizobium* DDSS 69 переключился на альтернативные пути метаболизма углеводов и азота при солевом стрессе и что содержание РНВ в *Rhizobium* было увеличено в шесть раз, когда в среду для выращивания было добавлено 6 % NaCl [4].

Целью настоящей работы было исследование способности бактерий штамма *Cupriavidus eutrophus* B10646 синтезировать сополимер П(ЗГБ/ЗГВ) в присутствии хлорида натрия в среде.

Бактерии *Cupriavidus eutrophus* B-10646 выращивали в стеклянных колбах объемом 0,5 л. Для выращивания бактерий за основу была принята солевая среда Шлегеля. В качестве источника углерода использовали фруктозу (10-12 г/л). NaCl в концентрации 5 и 10 г/л добавляли в колбы в начале культивирования. В качестве контроля использовали среду без NaCl. Для синтеза сополимеров П(ЗГБ/ЗГВ) в колбы на 48 ч культивирования добавляли валерат калия в концентрации 1 г/л. Содержание и состав полимера определяли с использованием хромато-масс-спектрометра Agilent Technologies 7890A/5975C (США). Для определения молекулярной массы полимера использовали гель-проникающую хроматографию (Agilent Technologies 1260 Infinity, США)

Исследовано влияние NaCl на рост бактерий *C.eutrophus* B-10646 и синтез полимера.

* © Болотова К.С., 2019

Эксперимент № 1

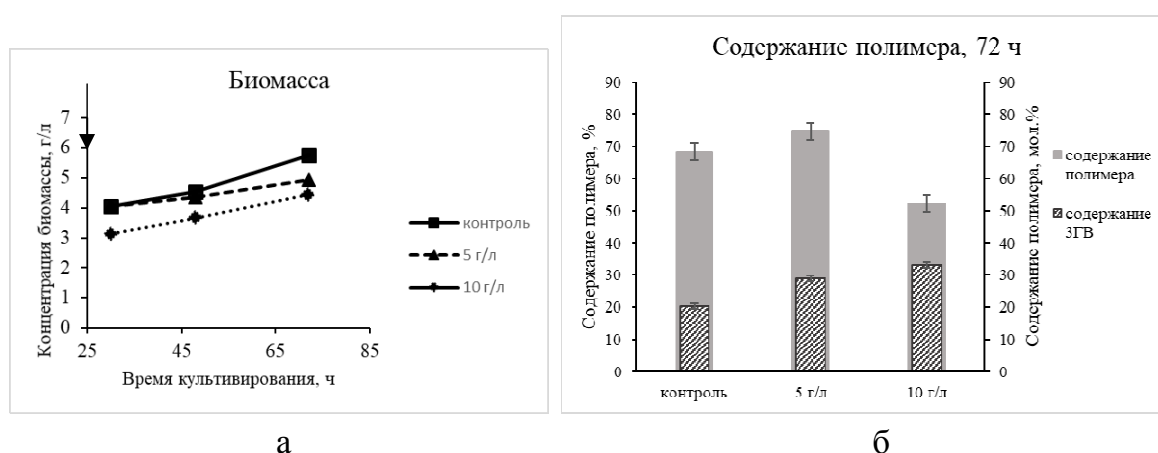


Рис. 1. Динамика накопления биомассы *C.eutrophus* В-10646 (а) и содержание полимера и 3ГВ (б) при различных концентрациях NaCl в среде в конце культивирования (72 ч); стрелкой показано время добавления валерата калия (24 ч)

Общий выход биомассы в конце культивирования (72 ч) составил 5,7 г/л, 4,9 г/л и 4,4 г/л в контроле и при концентрациях NaCl 5 г/л и 10 г/л соответственно. На 72 ч культивирования содержание полимера не имело достоверного различия между контролем и средой, содержащей 5 г/л NaCl, содержание полимера в этих средах составило около 71 %. Однако среда, содержащая 10 г/л NaCl, существенно отличалась от двух предыдущих, содержание полимера в ней составило 52,2 % от веса сухой клеточной биомассы. Максимальное включение 3ГВ (33 мол. %) отмечено на среде, содержащей 10 г/л NaCl. В контроле содержание 3ГВ составило 20,2 мол. %.

Эксперимент № 2

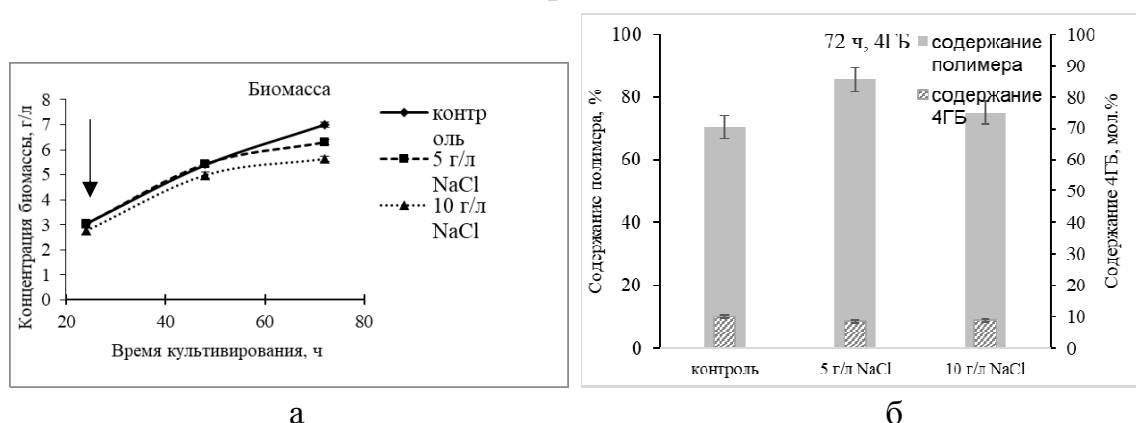


Рис. 2. Динамика накопления биомассы *C.eutrophus* В-10646 (а) и содержание полимера и 4ГВ (б) при различных концентрациях NaCl в среде в конце культивирования (72 ч); стрелкой показано время добавления ϵ – валеролактона (24 ч)

Общий выход биомассы в конце культивирования (72 ч) составил 7,0 г/л, 6,3 г/л и 5,6 г/л в контроле и при концентрациях NaCl 5 г/л и 10 г/л соответ-

венно. Можно заметить заметное уменьшение биомассы с повышением концентрации соли в среде. Содержание полимера в клетках на 72 ч культивирования в контрольной культуре ниже (70,4 % от веса сухой биомассы), чем при культивировании в присутствии NaCl в концентрации 5 г/л (85,5 % от веса сухой биомассы). Однако, достоверного отличия между контрольным образцом и образцом с содержанием NaCl в концентрации 10 г/л не обнаружено и составляло 70,4–75 % от веса сухой биомассы. Достоверных отличий содержания 4ГБ в сополимере обнаружено не было и составило около 9 мол. %

Таким образом, показано, что с увеличением концентрации NaCl в среде урожай биомассы снижался в обоих экспериментах. Максимальное содержание полимера в первом эксперименте составляло 71 % от веса сухой биомассы, во втором 85,5 %, в образцах, содержащих 5 г/л NaCl. Содержание 3ГВ возрастало с 20,2 до 33 мол. %, однако содержание 4 ГБ не имело существенных различий и составило около 9 мол. % во всех образцах.

Список литературы

1. Волова Т. Г., Севастьянов В. И., Шишацкая Е. И. Полиоксиалканоаты (ПОА) – биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск : СО РАН, 2003. 330 с.
2. Oren A. Bioenergetic aspects of halophilism // *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 1999. 63(2): 334–348.
3. Pearl P., Kedia G., Dinsdale R.M. et al. The use of NaCl addition for the improvement of polyhydroxyalconoat production by *Cupriavidus necator* // *Bioresource Technology.*, 2014. – 163 – P. 287-294.
4. Natarajan K., Kishore L., Babu C. R. Sodium chloride stress results in increased poly-b-hydroxybutyrate production in *Rhizobium DDSS 69* // *Microbios*, 1995. 82. P. 95–107.

АЛКЕНОНЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СОЛЕННЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-МИНУСИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ БИОИНДИКАТОР ПАЛЕОКЛИМАТА

А.О. Бульхин*

Научный руководитель Д.Ю. Рогозин
доктор биологических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Изменения климата приобрели глобальный характер и решение этой проблемы является одной из важнейших задач XXI века [1]. Для прогнозирования будущих климатических изменений необходимы знания о климате прошлого. В Институте биофизики СО РАН ведутся работы по реконструкции климата Южной Сибири по донным отложениям стратифицированных соленых озер.

На данный момент в мире для палеоклиматических реконструкций используются термо- и солечувствительные биохимические индикаторы – алкены, которые являются полиненасыщенными длинноцепочечными углеводородами C₃₇–C₄₀ с кетогруппой у 2-го или 3-го углерода алифатической цепи. Данные вещества синтезируются исключительно микроводорослями отдела *Harporhyta*. Доказано, что гаптофиты изменяют уровень ненасыщенности и количество углерода в цепи своих липидов в зависимости от солености и температуры среды, в которой они обитают. Алкены могут храниться в донных отложениях, не меняя уровень своей ненасыщенности тысячелетиями [2]. Кроме того, важным фактором, влияющим на соотношение ненасыщенных углеродов, является видовой состав алкенон-продуцентов. Количественными величинами, характеризующими степень ненасыщенности, являются индексы ненасыщенности: Uk₃₇ и другие [3].

Цель данной работы – выявить вертикальное распределение количества и состава алкенонов в донных отложениях озер Учум, Шира, Утичье, Белё и оценить возможность использования этих показателей в качестве биоиндикаторов состояния озер в прошлом.

Отбор кернов донных отложений осуществлялся из центральной глубоководной части озер. В лаборатории керны разделяли на поперечные образцы через интервал 1 см. Пробы анализировались методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием Sterin-HP (M/AMSL). Возраст отложений определялся радиоизотопными методами по распределению элементов ¹³⁷Cs, ²¹⁰Pb и ¹⁴C, а также прямым визуальным подсчетом годовых слоев (варв).

На примере озер Шира и Учум (рис. 1) было показано, что вертикальные распределения как общего содержания, так и состава алкенонов в кернах неравномерны. За некоторыми исключениями, содержание алкенонов колебалось в пределах от 0,1 до 4 мкг/г.

* © Бульхин А.О., 2019

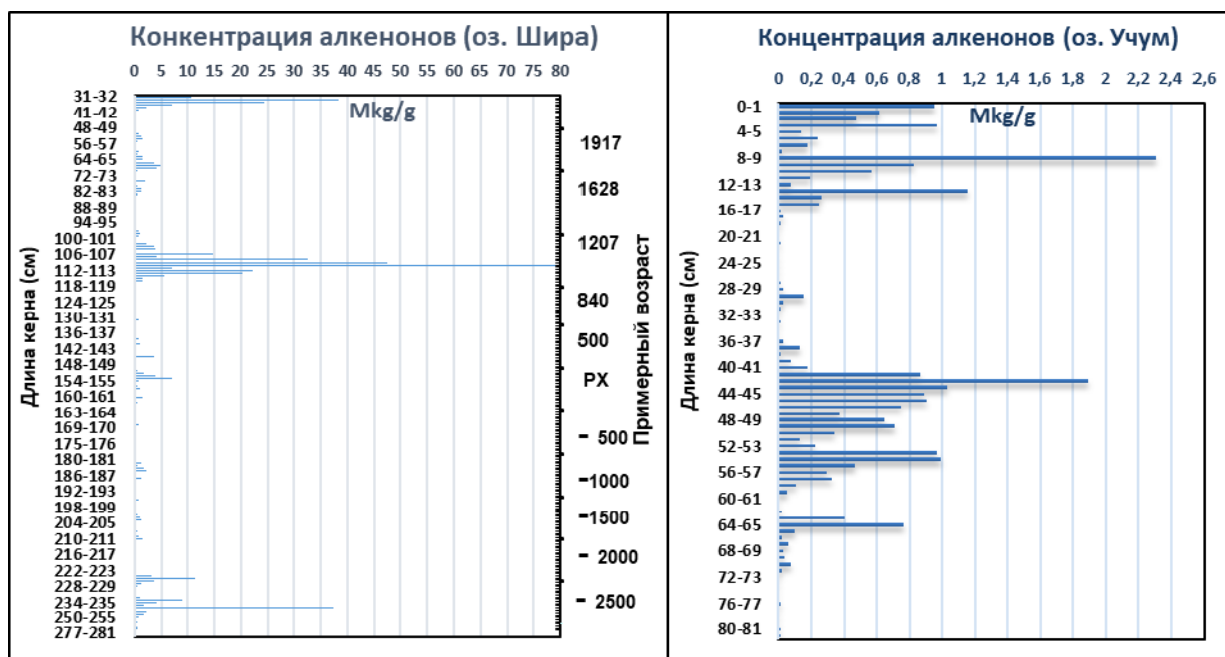


Рис. 1. Общая концентрация алкенонов в озерах Ши́ра и Учум

Фракции С37, С38 и 39 представлены соединениями с четырьмя, тремя и двумя двойными связями, а С40 только с тремя и двумя. Преобладающим алкеноном является нечетный кетон С37 (рис. 2).

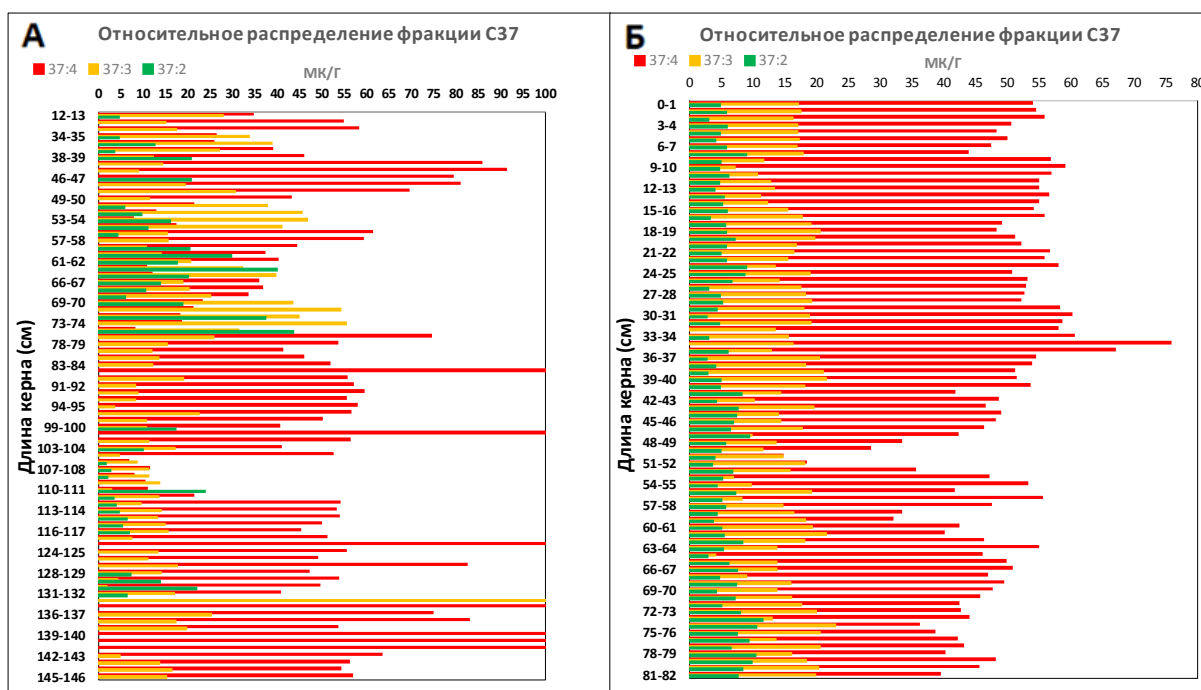


Рис. 2. Долевое распределение алкенонов С37: А – озеро Ши́ра; Б – озеро Учум

В большей части экстрактов есть фракции С37 и С38, в то время как С39 прослеживается не во всех пробах. С39 обычно отсутствует в экстрактах с минимальной концентрацией алкенонов. Сомнительно: вызвано это слишком малой для детекции концентрацией С39 или изменением видового состава, либо

метаболизма алкенон-продуцирующих организмов в соответствующий период времени. В верхней части (1 см) донных отложений озер Утичье и Белё также были идентифицированы алкеноны. Эти фракции представлены смесью С37 и С38 с четырьмя, тремя и двумя двойными связями.

Неоднородность состава и индексов ненасыщенности алкенонов в донных отложениях различного возраста свидетельствует о возможности использования этой группы соединений в палеолимнологических реконструкциях, для чего требуется исследование экологии их продуцентов (гаптофитовых водорослей) в лабораторных экспериментах.

Список литературы

1. Мохов И. И. Российские климатические исследования в 2003–2006 гг. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. Институт физики и атмосферы им. А. М. Обухова РАН. 2009. Т. 45. № 2. С. 180–192.
2. Thomas S., Elizabeth A. Chemical Biomarkers in Aquatic Ecosystems. 2011. P. 207–211.
3. Eglinton T. I., Eglinton G. Molecular proxies for paleoclimatology // Earth and Planetary Science Letters. 2008. P. 1–16.

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛАСТИЧНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИ-3-ГИДРОКСИБУТИРАТА С ДОБАВЛЕНИЕМ ПЛАСТИФИКАТОРОВ ТРИАЦЕТИНА И МС-60

Н.Л. Ертилецкая *

Научный руководитель А.А. Шумилова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Введение. С распространением пластика для потребительского использования с середины XX в человечество столкнулось с проблемой утилизации пластиковых отходов [2]. В связи с этим в настоящее время идет поиск новых решений проблемы загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами и одним из главных направлений в ее решении стала разработка биоразлагаемых пластиков, срок разложения которых, по сравнению с традиционным пластиком, уменьшился бы в несколько раз. Одними из наиболее перспективных материалов в этой области являются полигидроксиалканоаты (ПГА) – термопластичные разрушаемые линейные полиэфиры микробиологического происхождения, получаемые методом прямой ферментации [1]. Наиболее охарактеризованным и распространенным среди ПГА является поли-3-гидроксибутират (П(ЗГБ)). Однако пленки, получаемые из П(ЗГБ), – жесткие и хрупкие, что отражается на их механических свойствах и является существенным недостатком для их использования в качестве упаковки.

Цель работы: получить и исследовать образцы полимерных пленок с различным процентным содержанием пластификаторов.

Материалы и методы. Пленки были получены на основе П(ЗГБ) ($M_n = 100$ кДа, $K_d = 6,5$). В качестве пластификаторов были выбраны триацетин (ТАГ) марки Acros Organics (Германия) и масло сосновое (МС-60, ТУ 2452-001-60347827–2010). Полимерные пленки получали методом полива разогретого до 50 °С 2% раствора П(ЗГБ) в хлороформе на обезжиренную поверхность чашек Петри, предварительно добавив в него необходимый объем пластификатора (17, 35, 70 и 104 мкл ТАГ; 23, 49, 97 и 146 мкл МС-60). Исследован внешний вид полученных пленок, физико-механические характеристики (Instron 5565, Великобритания) и свойства поверхности (Krüss, Германия). Также была изучена деградация пленок с ТАГ в образцах черноземной почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Эксперимент проводился в течение 28 суток с четырьмя точками (7, 14, 21 и 28 суток). Каждый образец пленки был взят в количестве двух повторностей на одну экспериментальную точку и предварительно взвешен.

Результаты. Получены образцы пленок из 2 % раствора П(ЗГБ) и с добавлением пластификаторов (ТАГ и МС-60) 7, 14,5, 29 % от массы полимера.

* © Ертилецкая Н.Л., 2019

Все пленки не отличались визуально, были прозрачными и имели гладкую поверхность (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид полученных образцов полимерных пленок:
a – 2 % П(ЗГБ), *б* – 2 % П(ЗГБ) + 29 % ТАГ, *в* – 2 % П(ЗГБ) + 7 % МС-60.

По данным физико-механических испытаний полученных образцов полимерных пленок установлено, что с повышением концентрации ТАГ в составе полимерной пленки наблюдается явное увеличение удлинения при разрыве с 2,89 до 11,78 % (табл. 1). Однако модуль Юнга и предел прочности уменьшились в 1,6 и 1,4 раза соответственно. В случае исследования пленок с добавлением МС-60 получены противоположные результаты: с увеличением содержания МС-60 наблюдалось падение удлинения при разрыве и увеличение модуля Юнга, что свидетельствует о приобретении физико-механических свойств данными пленками, противоположных эластомерам.

Таблица 1

Результаты физико-механических испытаний образцов полимерных пленок

Состав образца	Модуль Юнга [МПа]	Предел прочности [МПа]	Удлинение при разрыве [%]
2 % П(ЗГБ)	1 016,04 ± 148,26	17,59 ± 2,18	2,89 ± 0,44
2 % П(ЗГБ) + 7 % ТАГ	1 171,15 ± 40,66	20,03 ± 1,10	3,36 ± 0,84
2 % П(ЗГБ) + 14,5 % ТАГ	1 061,54 ± 180,14	18,70 ± 1,89	4,39 ± 0,33
2 % П(ЗГБ) + 29 % ТАГ	617,53 ± 103,29	12,68 ± 0,48	11,78 ± 4,14
2 % П(ЗГБ) + 7 % МС-60	1 819,80 ± 181,31	17,38 ± 1,54	1,13 ± 0,06
2 % П(ЗГБ) + 14,5 % МС-60	1 351,89 ± 218,07	14,51 ± 1,99	1,29 ± 0,24
2 % П(ЗГБ) + 29 % МС-60	1 687,42 ± 11,90	16,58 ± 2,65	1,17 ± 0,20

Поверхностные свойства полученных образцов пленок оценивали путем измерения краевых углов смачивания и расчета полярных и дисперсионных компонентов поверхностного натяжения (табл. 2). В отличие от гидрофобной пленки П(ЗГБ), добавление пластификаторов привело к падению значения краевого угла смачивания водой и, как следствие, к увеличению гидрофильности полученных пленок. Значения поверхностного натяжения дисперсионной

фазы изменились незначительно, при этом поверхностное натяжение полярной фазы возросло с 1,4 до 5,6 при добавлении 29 % ТАГ. Значение поверхностного натяжения полярной фазы для пленок с минимальным содержанием МС-60 достигло 10,7, что в несколько раз превышает значения для чистой пленки и пленки с аналогичным содержанием ТАГ. Однако было отмечено постепенное уменьшение данного значения при увеличении содержания пластификатора в пленке.

Таблица 2

Результаты исследования поверхностных свойств образцов полимера

Состав образца	Краевой угол смачивания, °	Поверхностное натяжение дисперсионной фазы, мН/м	Поверхностное натяжение полярной фазы, мН/м
2 % П(ЗГБ)	89,80± 8,2	36,7 ± 0,9	1,4 ± 0,6
2 % П(ЗГБ) + 7 %ТАГ	80,7 ± 8,0	41,4 ± 1,6	3,3 ± 0,4
2 % П(ЗГБ) + 14,5 % ТАГ	81,1 ± 7,2	40,3 ± 2,1	3,4 ± 0,5
2 % П(ЗГБ) + 29 % ТАГ	75,6 ± 12,1	39,2 ± 1,2	5,6 ± 0,7
2 % П(ЗГБ) + 7 % МС-60	65,9 ± 9,5	36,9 ± 1,06	10,7 ± 0,76
2 % П(ЗГБ) + 14,5 % МС-60	68,6 ± 8,4	41 ± 1,56	8,2 ± 0,67
2 % П(ЗГБ) + 29 % МС-60	75,0 ± 7,3	39,2 ± 0,41	5,8 ± 0,39

По результатам сравнения двух типов пленок из П(ЗГБ) с добавлением различных пластификаторов для эксперимента по деградации были выбраны только пленки с добавлением ТАГ, поскольку значения их характеристик оказались наиболее близкими к характеристикам традиционных полимеров.

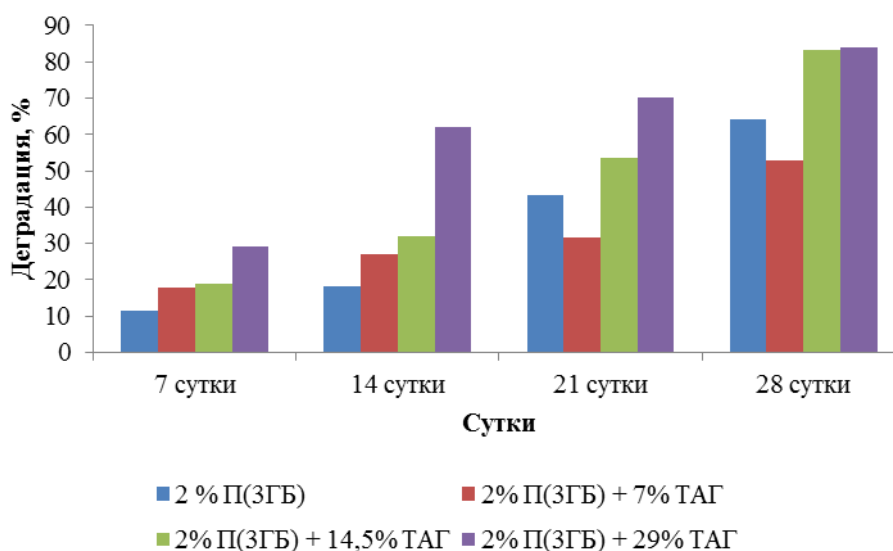


Рис. 2. Результаты деградации в почве пленок из П(ЗГБ) с добавлением ТАГ

Изучение деградации образцов пластифицированных пленок показало равномерное разрушение всех образцов пленок в течение 28 суток (рис. 2). По окончании 28 суток пленки с содержанием ТАГ 14,5 и 29 % достигли наибольшего процента разрушения (83,4 и 83,85 % от начального веса пленки соответственно).

Вывод. С добавлением пластификатора триацетина в П(ЗГБ) полимерные пленки становятся более эластичным за счет увеличения удлинения при разрыве, модуль Юнга и предел прочности при этом уменьшаются. Вместе с тем увеличивается гидрофильность полученных пленок за счет падения значения краевого угла смачивания водой. Добавление ТАГ в состав полимерных пленок ускоряет их биodeградацию в почве через 28 суток с 64,3 для пленки без ТАГ до 83,8 % убыли массы для пленки с 29 % ТАГ. Использование МС-60 в качестве пластификатора для П(ЗГБ) показало себя неэффективным, поскольку его добавление в раствор полимера привело к увеличению модуля Юнга и уменьшению удлинения при разрыве, при этом было отмечено увеличение гидрофильности поверхности пленок.

Список литературы

1. Волова Т. Г., Севастьянов В. И., Шишацкая Е. И. Полиоксиалканоаты (ПОА) – биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск : СО РАН, 2003.
2. Шкляев В. М., Патракеева С. Д., Борисова Е. А. Пластик – основной источник загрязнения окружающей среды // Сборник материалов IV Международной научно-практической конференции «Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего». Кемерово, 2016.

СИНТЕЗ ПОЛИГИДРОКСИАЛКАНОАТОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ СЕРОСОДЕРЖАЩИЕ МОНОМЕРЫ

С.С. Захарова*

Научный руководитель Н.О. Жила
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

Полигидроксиалканоаты (ПГА) синтезируются многими микроорганизмами в качестве запасного вещества в условиях дефицита азота, фосфора, кислорода при избытке углеродного субстрата. Свойства ПГА очень сильно зависят от состава и содержания входящих в их состав мономеров. На сегодняшний день описано более 140 мономеров, из которых состоят ПГА. Мономеры характеризуются различной длиной углеродной цепи и могут содержать заместители в различных положениях.

Микробные полимеры, содержащие тиоэфирные связи, были описаны Lütke-Eversloh с соавторами в 2001 г. [3]. За исключением белков и нескольких сложных полисахаридов, это единственные органические биополимеры, которые содержат серу. Кроме того, они содержат серу не в боковых цепях, а в основной цепи, ковалентно связывая отдельные мономеры, создавая новый класс биополимеров, именуемых политиоэфирами (ПТЭ).

Политиоэфиры являются интересными материалами из-за их различных физических и химических свойств. Первые исследования по синтетическим политиоэфирам (ПТЭ) были зарегистрированы около 50 лет назад и методы синтеза были менее точны, чем современный синтез. Биотехнологии и, в частности, микробная ферментация открывают новые перспективы для производства ПТЭ, чтобы выявить потенциал для технических приложений и/или коммерческого использования этих новых биоматериалов. Спрос на новые биоматериалы высок, особенно для биологически совместимых материалов для различных медицинских применений. Преимущества более высокой термической стабильности и возможных антибактериальных свойств характеризует этот тип полимеров.

Цель данной работы – изучение возможности получения сополимеров поли(3-гидроксибутирата/3-меркаптопропионата) с использованием водородокисляющих бактерий *Cupriavidus eutrophus* B10646.

В работе использовали штамм водородокисляющих бактерий *Cupriavidus eutrophus* B-10646. В качестве основного источника углерода использовали фруктозу. Для синтеза сополимеров, содержащих 3-меркаптопропионат (ЗМП), в культуральную среду добавляли 3-меркаптопропионовую кислоту (ЗМПК).

Бактерии выращивали в стеклянных колбах объемом 0,5–1 л, заполненных культурой на 50–60 % объема на термостатируемой качалке при температуре 30 °С. Внутриклеточную концентрацию и состав ПГА определяли хрома-

* © Захарова С.С., 2019

тографией метиловых эфиров жирных кислот после предварительного метанолиза образцов на хромато-масс-спектрометре GCDplus (Hewlett Packard, USA). Молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение полимера определяли с использованием гель-проникающей хроматографии (Agilent Technologies, Германия). Температурные характеристики сополимера определены с использованием дифференциального сканирующего калориметра DSC-1 (Mettler Toledo, Швейцария).

Исследована возможность получения сополимеров, содержащих мономеры с включением серы, водородокисляющими бактериями *Cupriavidus eutrophus* B10646. Показано, что 3-меркаптопропионовая кислота (ЗМПК), используемая в качестве индуктора синтеза 3-меркаптопропионата (ЗМП) в концентрации 0,5–1 г/л не ингибировала ни накопление биомассы, ни полимера. Установлено, что добавление ЗМПК в культуру, находящуюся на стадии синтеза полимера, позволило получить сополимер, содержащий мономеры 3-гидроксибутират и ЗМП. В зависимости от добавляемой концентрации ЗМПК (0,5 и 1 г/л) содержание ЗМП в сополимере составляло соответственно 15,3 и 31,8 мол. % (первый и второй образец соответственно). Наличие 3-меркаптопропионата в составе полимера подтверждено методом ЯМР. Содержание биомассы и полимера практически не отличалось, составляя 4–4,3 г/л и 81–87 % от веса сухой биомассы соответственно. Измерение молекулярной массы полученных сополимеров с содержанием ЗМП 15,3 и 31,8 мол. % показало, что образец с более высоким содержанием ЗМП характеризовался более высокой полидисперсностью (6,37) по сравнению с образцом с содержанием ЗМП 15,3 мол. % (4,25). Увеличение полидисперсности связано с более низкой среднечисловой молекулярной массой второго образца (135 кДа) по сравнению с первым образцом (195 кДа). Следует отметить, что средневесовая молекулярная масса этих образцов практически не отличалась и составляла 827–857 кДа. Измерение температурных характеристик первого образца показало наличие двух пиков плавления (140 и 177,5 °С). Температура деградации данного сополимера составляла 283,2 °С, что сопоставимо с данными для других типов ПГА с аналогичным включением короткоцепочечных и (или) среднецепочечных мономеров.

Список литературы

1. Anderson A. J., Dawes E. A. *Microbiol. Rev.*, 54, 450, 1990.
2. Doi Y. *Microbial Polyesters*. VCH Publishers. New York, 1990.
3. LuËtke-Eversloh T., Fischer A., Remminghorst U., Kawada J., Marchessault R. H., BoËgershausen A., Kalwei M., Eckert H., Reichelt R., Liu S., SteinbuËchel A. *Nat. Mater.*, 1, 236, 2003.

БИОДЕГРАДАЦИЯ ПЛЁНОК ИЗ ПОЛИ(3-ГИДРОКСИБУТИРАТА) В ПОЧВЕННЫХ МИКРОЭКОСИСТЕМАХ*

О.В. Иванова, Н.В. Стрельцова[†]

Научный руководитель С.В. Прудникова
доктор биологических наук

Сибирский федеральный университет

Загрязнение окружающей среды пластиковыми отходами – одна из глобальных экологических проблем XXI в. Так, по оценкам ученых, в 2015 г. из произведенного в мире пластика только 9 % было переработано, 12 % сожжено и около 6,3 млрд тонн пластиковых отходов попало в окружающую среду [1]. Большинство широко используемых пластмассовых материалов (полиэтилен, полипропилен, полистирол и пр.) не подвергается биологическому разложению. В результате тонны пластиковых отходов накапливаются в окружающей среде или на свалках [2]. В сложившейся ситуации создание биоразрушаемых пластиков уже не просто перспективная область исследований, а необходимость. С этой точки зрения микробные полимеры полигидроксиалканоаты (ПГА) имеют значительное преимущество по сравнению с другими синтетическими продуктами: они биоразрушаемы и биосовместимы [3, 4]. Изделия из ПГА широко внедряются в практику: разрушаемая упаковка пищи и напитков, предметы гигиены и санитарии, системы контролируемой доставки удобрений и гербицидов и т. д. [3, 5]. С увеличением объемов выпуска и расширением сфер применения ПГА становится актуальным изучение способности окружающей среды к биотрансформации таких соединений. Ключевую роль в этих процессах играют микроорганизмы, поэтому необходимо проведение всесторонних исследований последствия взаимодействия ПГА с микроорганизмами в процессе биоразрушения [6].

Цель данной работы – оценка биодegradационного потенциала почвенных микроорганизмов для деструкции изделий из поли(3-гидроксибутирата) (ПГБ). В задачи исследования входило оценить эколого-трофическую структуру образцов полевой почвы и динамику численности микроорганизмов в ходе экспонирования плёнок из ПГБ; оценить интенсивность деструкции плёнок из ПГБ в образцах почвы в лабораторных условиях и выделить культуры микроорганизмов-деструкторов ПГБ.

Были получены тонкие плёнки из 4%-ного раствора ПГБ в хлороформе. Исследование биодegradации ПГБ-плёнок проводили в лабораторных почвенных микроэко системах. В пластиковые контейнеры насыпали 300 г полевой почвы и помещали в неё предварительно взвешенные и упакованные в чехлы

* Работа выполнена при финансовой поддержке проекта «Агропрепараты нового поколения: стратегия конструирования и реализация» (Соглашение № 074-02-2018-328) в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 09.04.2010 № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные организации».

[†] © Иванова О.В., Стрельцова Н.В., 2019

образцы плёнок размером 20×20 мм. Контейнеры находились при температуре 25°C и уровне влажности 50 %. Убыль массы плёнок определяли гравиметрически через 1, 2 и 3 месяца экспозиции.

Микробиологический анализ почвы определяли стандартными методами почвенной микробиологии, высевая разведения почвенной суспензии (10^2 - 10^7) на агаризованные питательные среды [7]. Выделение чистых культур микроорганизмов-деструкторов проводили методом «прозрачных зон» на минеральном агаре с добавлением 0,25 % порошкообразного ПГБ.

Микробиологический анализ показал, что общая численность микроорганизмов в почве увеличилась за три месяца экспозиции от $10,0 \pm 1,4$ до $14,6 \pm 5,7$ млн КОЕ/г почвы, что указывает на использование плёнок в качестве субстрата.

Динамика убыли массы плёнок варьировала от 22,5 % до 35,2 %. На интенсивность разрушения влияла толщина плёнок и длительность экспозиции (рис. 1). На рис. 2. показано изменение внешнего вида плёнок в процессе экспозиции. Хорошо заметны деформация, перфорации и частичное разрушение плёнок.

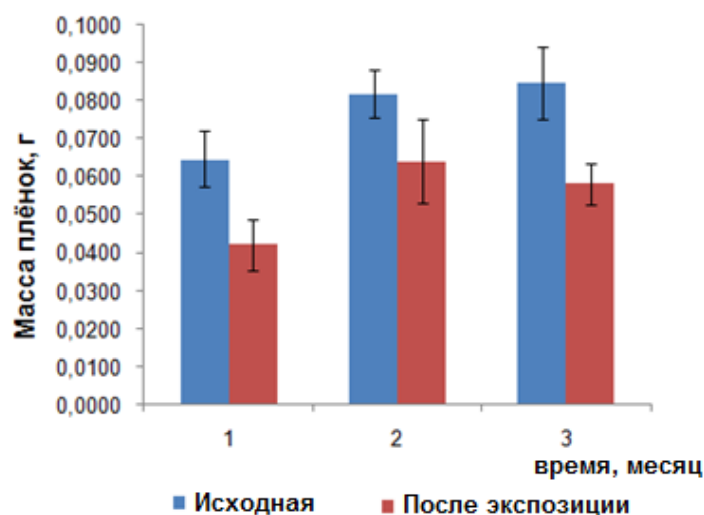


Рис. 1. Динамика убыли массы плёнок ПГБ в ходе экспозиции



Рис. 2. Плёнки из ПГБ через 1 месяц экспозиции в почве

Интенсивное разрушение плёнок свидетельствует, что в микрофлоре исследуемой почвы присутствуют микроорганизмы-деструкторы полимеров. На диагностических минеральных средах с содержанием ПГБ были выделены шесть изолятов бактерий и три изолята грибов, выделяющих ферменты-деполимеразы и способные гидролизировать ПГБ, использовать его в качестве источника углерода и энергии (рис. 3).



Рис. 3. Образование «прозрачных зон» на минеральной среде с порошкообразным полимером

Идентификация микроорганизмов-деструкторов, проведённая по фенотипическим и молекулярно-генетическим признакам, показала, что выделенные бактерии относятся к представителям *Bacillus sp.*, *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas sp.*, *Pseudarthrobacter sp.*, *Streptomyces sp.*; микромицеты деструкторы относятся к видам *Talaromyces funiculosus*, *Talaromyces purpureogenus* и *Penicillium chrysogenum*.

Таким образом, исследованные образцы полевой почвы содержат микроорганизмы-деструкторы, как бактерии, так и микромицеты, способные использовать ПГБ в качестве источника углерода и энергии.

Список литературы

1. Geyer R., Jambeck J. R., Lavender K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made // Science Advances. 2017. Vol. 3. No. 7. e1700782.
2. Barnes D. K. A., Galgani F., Thompson R. C., Barlaz M., Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences. 2009. 364(1526). P. 1985–1998.
3. Волова Т. Г., Шишацкая Е. И. Биоразрушаемые полимеры: синтез, свойства, применение / под ред. Э.Дж. Сински. Красноярск: Красноярский писатель, 2011. 329 с.
4. Sudesh K., Abe H., Doi Y. Synthesis, structure and properties of polyhydroxyalkanoates: biological polyesters // Prog. Polym. Sci. 2000. Vol. 25. P. 1503–1555.

5. Hazer B., Steinbüchel A. Increased diversification of polyhydroxyalkanoates by modification reactions for industrial and medical applications // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2007. Vol. 74. P. 1–12.

6. Jendrossek D., Handrick R. Microbial degradation of polyhydroxyalkanoates // *Annu Rev Microbiol.* 2002. Vol. 56. P. 403–432.

7. Петрусов А. И., Егорова М. А., Захарчук Л. М. Практикум по микробиологии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М/ : Академия, 2005. Т. 608.

ЗАВИСИМОСТЬ МЕТАНОТРОФНОЙ АКТИВНОСТИ В КОНСОРЦИУМАХ МХОВ И ЛИШАЙНИКОВ ОТ МОЩНОСТИ СЕЗОННО-ТАЛОГО СЛОЯ ПОЧВЫ КРИОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

В.К. Кадуцкий^{*1}

Научный руководитель С.Ю. Евграфова^{1,2}
кандидат биологических наук, доцент
Научный руководитель С.В. Прудникова¹
доктор биологических наук

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН*

Криогенные экосистемы являются глобальным хранилищем углерода, в России на мерзлотные территории приходится 61 %, а в масштабе планеты такие экосистемы составляют 25 % [1]. Большая часть захороненного углерода может быть подвержена микробному разложению, в частности метаногенными микроорганизмами, в результате жизнедеятельности которых углерод будет выделяться в атмосферу в виде метана, внося вклад в парниковый эффект. Это, в свою очередь, вызывает опасения, так как с каждым годом в результате глобального потепления, происходит постепенная деградация вечной мерзлоты, приводя к усилению эмиссии метана [5]. Общая среднегодовая глобальная эмиссия CH₄, по разным оценкам составляет от 503 до 610 Мт [7]. Следует отметить, что не весь образующийся в результате жизнедеятельности метаногенов метан попадает в атмосферу. Проходя сквозь толщу сезонно-талого горизонта почвы и органогенного слоя, основная его доля окисляется, не успевая покинуть поверхность почвы [5]. Окисление метана в зонах высоких широт напрямую связано с ассоциацией метанотрофных бактерий со мхами и лишайниками. В таких симбиотических отношениях мхи и лишайники выступают в роли «дома» для метанотрофных бактерий, получая взамен углеродсодержащие соединения [3]. Особенно это выражено у погруженных в воду мхов, где из-за плохой растворимости углекислого газа ярко выражен его дефицит, что делает отношения между метанооксиляющими бактериями и мхами крайне выгодными. По разным оценкам, до 10–15 либо до 10–30 % углерода, входящего в состав биомассы сфагновых мхов, получено из метана за счет деятельности метанооксиляющих бактерий [4].

Одной из важных особенностей почв криолитозоны является наличие сезонно-талого слоя. Сезонно-талый слой протаивает в теплый период года и ограничен снизу многолетнемерзлыми грунтами. Мощность деятельного слоя варьирует от нескольких сантиметров до 1–2 м (в зависимости от географического расположения территории) [2]. Именно в этом слое в короткий временной период происходят важные микробиологические процессы, а в зависимости от

* © Кадуцкий В.К., 2019

мощности деятельного слоя меняется объём эмиссии метана пропорционально её увеличению.

Целью нашей работы было определение факта влияния мощности сезонно-талого слоя на метанотрофную активность в консорциумах мхов и лишайников, произрастающих на территориях с разной глубиной протаивания почвы.

Объектом исследований служили мхи и лишайники мерзлотных местообитаний тундровой экосистемы в дельте р. Лены, на о. Самойловский (72°22'25.3"с.ш.; 126°29'35.6"в.д.) (рисунок). Были заложены пробные площади с разной глубиной протаивания сезонно-талого слоя почвы, на которых были описаны мхи и лишайники и отобраны образцы каждого вида для определения метанотрофной активности их ассоциантов в лабораторных условиях. Глубина протаивания деятельного слоя измерялась отдельно для каждой пробной площади и образца мха или лишайника в месте его произрастания, при помощи металлического щупа.



Рис. Дельта реки Лены, о. Самойловский.

Метанотрофную активность исследовали в лабораторных условиях, в инкубационных экспериментах, с использованием газового анализатора Picarro 2201-i (Picarro Inc., USA). В экспериментах были задействованы виды мхов и лишайников, встречающиеся на пробных площадях с различной глубиной протаивания сезонно-талого слоя почвы. Ранее нами было показано, что существует зависимость метанотрофной способности ассоциантов некоторых видов мхов и лишайников от места их обитания, так мхи и лишайники, произраставшие на мерзлотных грунтах, проявляли большую метанотрофную способностью [6].

В результате проведения инкубационных экспериментов с различными видами мхов и лишайников, отобранных в дельте р. Лены, была выявлена зависимость увеличения степени метанотрофной способности мха *Rhytidium rugosum* от глубины протаивания сезонно-талого слоя почвы (табл. 1). В то же время исследование метанотрофной способности ассоциантов мха *Hylocomium alaskensis* не показало зависимости величины метанотрофии от глубины активного слоя (табл. 2).

Таблица 1

Динамика выделения-потребления метана и смещения изотопного состава $\delta^{13}\text{C}$ в метане, микробных ассоциантов мха *Rhytidium rugosum* и *Hylocomium alaskensis*

Глубина активного слоя, см	CH_4 , ppm			$\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$, ‰		
	0 ч	4 ч	24 ч	0 ч	4 ч	24 ч
<i>Rhytidium rugosum</i>						
45	1,88	1,87	1,87	-58	-55	-10
56	1,87	1,87	1,78	-57	-50	2
82	1,88	1,90	1,87	-55	-44	15
<i>Hylocomium alaskensis</i>						
22	1,92	1,92	1,89	-50	-46	-22
40	1,92	1,93	1,89	-56	-46	-26
45	1,91	1,91	1,88	-58	-49	-26

Таблица 2

Динамика выделения-потребления метана и смещения изотопного состава $\delta^{13}\text{C}$ в метане, в лишайнике *Flavocetraria cucullata*.

Глубина активного слоя, см	CH_4 , ppm			$\delta^{13}\text{C}-\text{CH}_4$, ‰		
	0 ч	4 ч	24 ч	0 ч	4 ч	24 ч
45	1,87	2,03	1,98	-54	-53	-53
48	1,87	1,91	1,99	-56	-58	-38
55	1,91	1,91	1,88	-58	-49	-26
80	1,86	1,94	1,96	-51	-60	-44

Таким образом, проведенные исследования показали, что мы не можем однозначно судить о наличии прямой зависимости метанотрофной активности в консорциумах мхов и лишайников от мощности сезонно-талого слоя, несмотря на четко прослеживаемую тенденцию к росту окисления метана их ассоциантами с увеличением мощности деятельного слоя в некоторых образцах. Возможно, влияние на метанотрофную активность оказывает видовая принадлежность образцов мха или лишайника.

Список литературы

1. Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Почва в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М. : Наука, 1990. 261с.
2. Кудрявцева В. А. Мерзлотоведение (краткий курс). М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981. 240 с.
3. Nardy Kip., Julia F., van Winden., Yao Pan., Levente Bodrossy., Gert-Jan Reichart., Alfons J. P. Smolders., Mike S. M., Jetten., Jaap S., Sinninghe Damsté., Huub J. M. Global prevalence of methane oxidation by symbiotic bacteria in peat-moss ecosystems // Nature Geoscience. 2010. № 3. P. 617–621.

4. Raghoebarsing A. A., Smolders A. J. P., Schmid M. C., Rijpstra W. I. C., Wolters–Arts M., Derksen J. M. Methanotrophic symbionts provide carbon for photosynthesis in peat bogs // *Nature*. 2005. Vol. 436. P. 1153–1156.

5. Susanne Liebner¹ et al. Methane oxidation associated with submerged brown mosses reduces methane emissions from Siberian polygonal tundra // *Journal of Ecology*. 2011. 99. P. 914–922.

6. Kadutskiy V., Evgrafova S., Krivobokov L., Prudnikova S. Methanotrophic ability of mosses and lichens associated bacteria in the Baikal lake region // Материалы конференции III Международной научной конференции «Биотехнология новых материалов – окружающая среда – качество жизни». Красноярск, 30 сент. – 4 октября, 2018. С. 138–140.

7. МГЭИК, 2007: Отчет Межправительственной группы экспертов по изменению климата, 2007 [Электронный ресурс]. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_ru.pdf [дата обращения 02.04.2013].

СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРОВ, СОДЕРЖАЩИХ МОНОМЕРЫ 4-ГИДРОКСИВАЛЕРАТА

М.Д. Косенок^{*1}

Научный руководитель Н.О. Жила²
кандидат биологических наук

¹Сибирский федеральный университет

²Институт биофизики СО РАН

Полигидроксиалканоаты (ПГА) являются биополимерами, которые синтезируются многими микроорганизмами в специфических условиях роста при избытке углеродного субстрата в среде и дефиците минеральных элементов [1]. 4-гидроксивалератсодержащие полимеры принадлежат к классу термопластичных эластомеров. Это свидетельствует о том, что они обладают высокоэластичными свойствами [2].

Цель: исследовать влияние γ -валеролактона на рост *Cupriavidus eutrophus* В-10646, состав и свойства синтезированного полимера.

Бактерии выращивали в периодическом режиме, разработанном ранее для синтеза ПГА. В качестве основного углеродного субстрата использовали фруктозу. В качестве дополнительного источника углерода использовали γ -валеролактон. Содержание и состав полимера определяли хроматографией метиловых эфиров жирных кислот с применением хромато-масс-спектрометра Agilent Technologies 7890A/5975C (США). Молекулярную массу и молекулярно-массовое распределение образцов полимеров исследовали с использованием хроматографа для гель-проникающей хроматографии Agilent Technologies 1260 Infinity (Германия). Свойства поверхности рассчитывали с учетом измерения контактного краевого угла смачивания водой и дийодметаном (θ , град) с использованием оборудования KRUSS (Германия). Термический анализ полигидроксиалканоатов проводили с использованием дифференциально-сканирующего калориметра DSC-1 («Mettler Toledo», Швейцария).

Исследован рост бактерий *Cupriavidus eutrophus* В-10646 и накопление полимера в периодической культуре при росте на фруктозе с добавлением в начале культивирования γ -валеролактона в концентрациях 1-3 г/л и в фазу активного роста бактерий. Урожай биомассы и полимера составлял 7,6 г/л и 83 %, соответственно. (рис. 1). Установлено, что полимер, синтезируемый бактериями помимо 3ГВ, содержит включения 3ГВ и 4ГВ.

Исследован рост бактерий *Cupriavidus eutrophus* В-10646 и накопление полимера в периодической культуре при росте на фруктозе с периодичностью добавления γ -валеролактона 8–16 ч. Максимальное включение 4ГВ – 1,85 мол. %, показано при концентрации 5 г/л, содержание 3ГВ составляло 5,56 мол. % (рис. 2).

* © Косенок М.Д., 2019

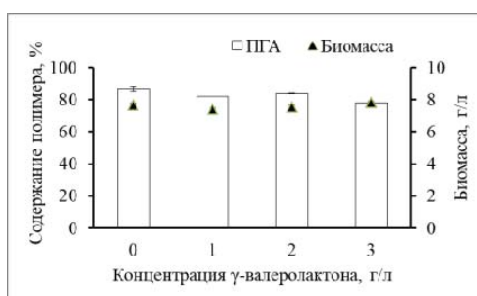


Рис. 1. Динамика накопления биомассы и полимера *Cupriavidus eutrophus* В-10646 на 72 ч культивирования при выращивании на фруктозе с добавлением γ -валеролактона в концентрациях 0, 1, 2, 3 г/л.

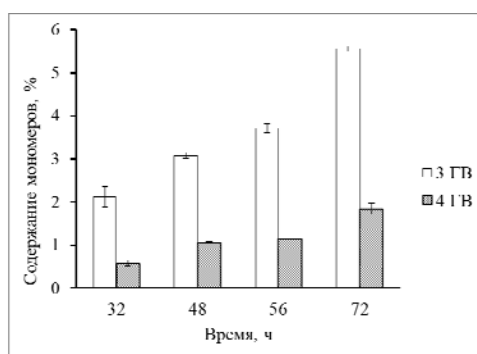


Рис. 2. Состав полимера, синтезированного *Cupriavidus eutrophus* В-10646 при выращивании на фруктозе с добавлением γ -валеролактона в концентрации 5 г/л

Исследованы молекулярно-массовые характеристики и поверхностные свойства пленок, изготовленных из синтезированных полимеров различного состава. Показано, что среднечисловая и средневесовая молекулярная масса синтезированных полимеров меньше, чем у П(ЗГБ) и составляла соответственно 152–202 и 475–609 кДа. Изменений в температуре деградации не обнаружено (табл. 1).

Таблица 1

Молекулярно-массовые характеристики и температурные свойства сополимерных ПГА с различным набором и соотношением мономеров ЗГВ и 4ГВ

Состав ПГА, мол. %			Мч, кДа	Мв, кДа	ПД	Тпл, °С	Тдегр, °С	Тстекл, °С	Ткрист, °С
П(ЗГБ)			368	920	2,5	178	295	-	107
3-компонентные ПГА ЗГБ/ЗГВ/4ГВ									
96,16	2,88	0,96	202	609	3,0	160 170	296	-	97
93,90	4,69	1,41	176	572	3,3	158 171	294	-	104
92,59	5,56	1,85	152	475	3,1	159 171	298	-	101

Показано, что полимер с самыми низкими включениями 3ГВ и 4ГВ более гидрофильный, так как полярная составляющая – 5,8 мН/м и значительно выше, чем у П(3ГБ) – 1,2 мН/м (табл. 2).

Таблица 2

Поверхностные свойства плёнок, полученные из П(3ГБ/3ГВ/4ГВ) с разным мономерным составом

Состав ПГА, мол. %			Краевой угол (вода), град	Краевой угол (ДИМ), град	Поверхностная энергия, мН/м	Дисперсионная составляющая, мН/м	Полярная составляющая, мН/м
П(3ГБ)			97,4±2,6	58,5±1,4	30,4±1,0	37,9±0,9	1,2±0,2
3-компонентные ПГА 3ГБ/3ГВ/4ГВ							
96,16	2,88	0,96	77,9±6,29	49,9±2,11	40,2±0,78	34,3±0,43	5,8±0,35
93,90	4,69	1,41	100,5±3,97	70,0±2,17	24,1±0,47	22,9±0,36	1,3±0,11
92,59	5,56	1,85	102,7±2,75	83,3±1,79	17,9±0,35	15,8±0,25	2,1±0,1

Таким образом, показано отсутствие ингибирующего влияния исследуемых концентраций (1–3 г/л) добавленного на 24 ч культивирования γ -валеролактона на рост бактерий и накопление полимера. Максимальные включения 3ГВ и 4ГВ получены при концентрации γ -валеролактона 5 г/л и составляли соответственно 5,56 и 1,85 мол. %. Отмечено снижение средневесовой и среднечисловой молекулярной массы у полимеров, содержащих 4ГВ. Установлено, что с увеличением содержания 3ГВ и 4ГВ происходило значительное снижение дисперсионной составляющей по сравнению с пленками из П(3ГБ). Показано, что при небольших (минорных) включениях 4ГВ (1,85 %) значительно изменяются физико-химические свойства, а именно, происходит снижение температуры плавления до 158 °С по сравнению с П(3ГБ) – 178 °С.

Список литературы

1. Gorenflo V. Development of a Process for the Biotechnological Large-Scale Production of 4-Hydroxyvalerate-Containing Polyesters and Characterization of Their Physical and Mechanical Properties // *Biomacromolecules*. 2001. № 2. P. 45–57.
2. Muzaiyanah A. R. Studies on the Microbial Synthesis and Characterization of Polyhydroxyalkanoates Containing 4-Hydroxyvalerate Using γ -Valerolactone // *Biochem Biotechnol*. 2013. № 170. P. 1194–1215.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ПГА

А.Е. Мурзова^{1*}

Научный руководитель А.А. Шумилова²
кандидат биологических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт биофизики СО РАН*

Введение. Возрастает интерес к природным полимерам и способам использования их в медицине. Особое место занимают полигидроксиалканоаты (ПГА) и их композиты с другими натуральными полимерами, такими как хитозан. Хитозан – производный продукт хитина. ПГА – полимеры микробиологического происхождения, наиболее изученным и распространенным является полимер 3-гидроксимасляной кислоты – поли-3-гидроксibuтират (ПЗГБ). Смешивание гидрофильного хитозана с гидрофобным поли-3-гидроксibuтиратом – простой и эффективный способ получения полимерных материалов с желаемыми свойствами [1, 2].

Цель работы. Получить и исследовать свойства композитных пленок на основе ПЗГБ и хитозана в разных соотношениях.

Материалы и методы. Поли-3-гидроксibuтират (ПЗГБ) (М.м 723 кДа, ПД-1,66; Тпл – 177,1 °С; кристалличность 76 %), хитозан (М.м 500 кДа, СД 80 %), Китай, Сиянь Лимитед.

Матрицы в виде пленок получали методом литья растворов на обезжиренную поверхность чашек Петри. В качестве общего растворителя использовали ГФИПС (1,1,1,3,3,3–гексафторизопропиловый спирт). Получали 1% и 3 % растворы при соотношении П(ЗГБ) / хитозан – 2:1; 4:1. Исследовали микроструктуру и свойства поверхности, физико-механические характеристики, ДСК. Способность полученных композитных матриц поддерживать рост и адгезию клеток изучена *in vitro* в культуре мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (ММСК-КМ), выделенных из бедренной кости крыс.

Результаты. Получена серия композитных пленок на основе ПЗГБ и хитозана в различных соотношениях. Визуально поверхность композитных пленок из ПЗГБ/хитозан отличалась от пленок из чистого ПЗГБ. Композитные пленки имели неоднородную поверхность из-за «хлопьев» хитозана, при этом структура пленок была плотной без видимых пор, что доказано электронной микроскопией (рис. 1, 2).

* © Мурзова А.Е., 2019

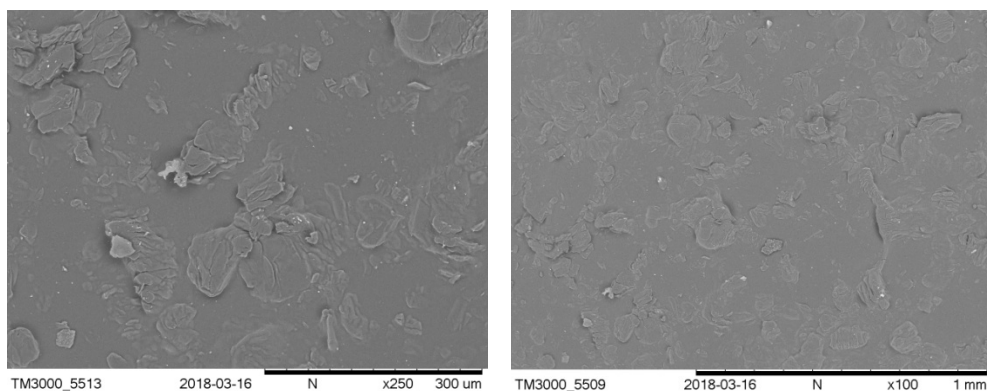


Рис. 1. СЭМ – снимки поверхности пленки: хитозан/ГФИПС 1 %

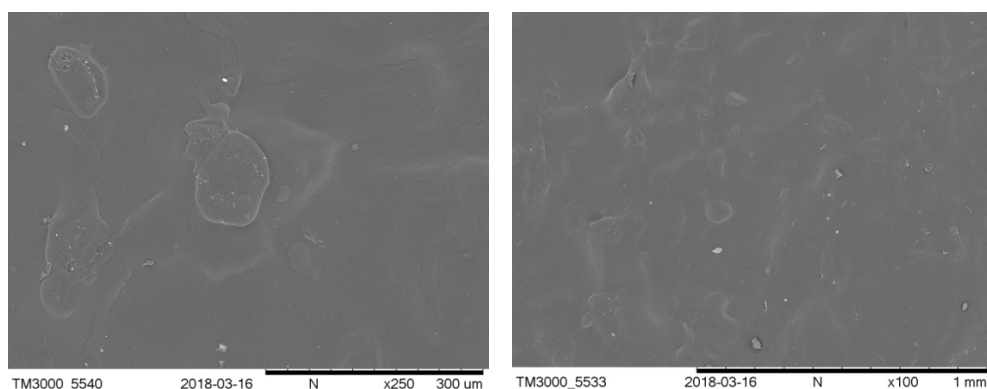


Рис. 2. СЭМ – снимки поверхности пленки: ПЗГБ с хитозаном 3 % (2:1)

Значимым показателем, косвенно характеризующим биологическую совместимость, является гидрофильно/гидрофобный баланс поверхности материалов. Гидрофильно/гидрофобный баланс определялся по контактно-краевым углам смачивания полярной (H_2O) жидкостью. Величины краевых углов смачивания водой поверхности композитных пленок были достоверно ниже ($71,6 \pm 6,4$; $53,4 \pm 10,9$), чем пленка из ПЗГБ 1 % – $88,9 \pm 4,1$. Установлено, что включение хитозана приводит к уменьшению гидрофобных свойств и увеличению гидрофильных характеристик поверхности пленок (табл. 1).

Таблица 1

Свойства поверхности композитных пленок из ПГА и хитозана

Состав	Краевой угол (вода), град	Поверхностная энергия, мН/м	Дисперсная составляющая, мН/м	Полярная составляющая, мН/м
ПЗГБ 1 %	$88,9 \pm 4,1$	$52,2 \pm 1,2$	$43,5 \pm 0,8$	$8,7 \pm 0,3$
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 1 % (2:1)	$53,4 \pm 10,9$	$55,6 \pm 1,2$	$48,5 \pm 0,6$	$7,1 \pm 1,1$
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 1 % (4:1)	$74,9 \pm 6,4$	$44,5 \pm 1,1$	$44,4 \pm 0,6$	$6,1 \pm 0,3$
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 3 % (2:1)	$71,6 \pm 5,4$	$47,6 \pm 1,5$	$43,7 \pm 1,1$	$6,9 \pm 0,4$

Результаты исследования физико-механических свойств представлены в табл. 2, из представленных данных следует, что прочность композитных пленок, полученных из 1 % раствора, по результатам замера модуля Юнга, предела прочности и удлинения при разрыве, в отличие от пленок П(ЗГБ), снижается с включением хитозана значительно, соответственно, в 6, 16 и 3 раза. Однако при увеличении концентрации раствора до 3 % отмечено менее выраженное падение прочностных характеристик. Температуры плавления и термической дегградации для композитной пленки 1 % (4:1) были определены несколько сниженными значениями ($T_{пл}$ 143,8 °С, $T_{дегр}$ 249,7 °С) относительно пленки из ПЗГБ ($T_{пл}$ 177,1 °С, $T_{дегр}$ 287,1 °С) (табл. 2).

Таблица 2

Физико-механические характеристики композитных пленок

Образец	Модуль Юнга, МПа	Предел прочности, МПа	Удлинение при разрыве, %	$T_{пл}$, °С	$T_{дегр}$, °С
ПЗГБ 1 %	1952,4 ± 360,1	18,1 ± 1,1	1,4 ± 0,6	177,1	287,1
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 1 % (2:1)	304,7 ± 26,1	1,5 ± 0,3	0,6 ± 0,1	169,5	285,3
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 1 % (4:1)	790,1 ± 319,6	0,6 ± 0,1	0,7 ± 0,5	143,8	249,7
ПЗГБ/ХИТОЗАН/ГФИПС 3 % (2:1)	1427,3 ± 111,2	15,2 ± 4,2	1,2 ± 0,1	171,5	284,2
ХИТОЗАН	12,1 ± 1,8	3,3 ± 0,8	0,5 ± 5,3	–	295,1

Адгезивные свойства композитных пленок исследованы в культуре ММСК-КМ крыс. По данным МТТ-теста на 3 и 7 сутки наибольшее значение оптической плотности (показатель количества жизнеспособных клеток) зарегистрировано для пленок из чистого хитозана и композитной пленки 1 % (2:1), в отличие от пленок из гомополимера. Следовательно, наполнение полимера хитозаном повышает его биосовместимость по отношению к исследованным клеткам (рис. 3).

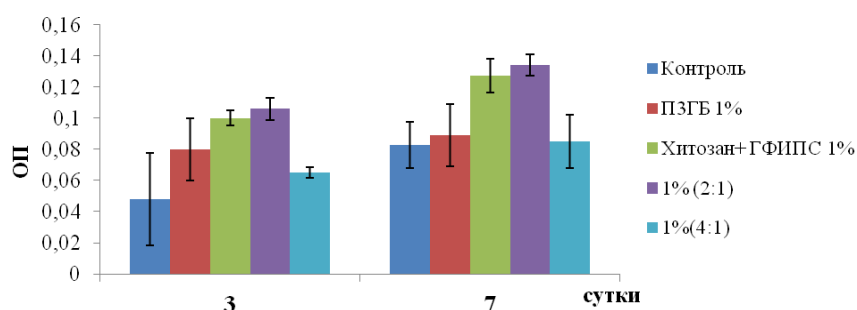


Рис. 3. МТТ-тест. Количество жизнеспособных клеток на композитных пленках, изготовленных из ПЗГБ и хитозана

Заключение. Получена серия композитных пленок на основе ПЗГБ и хитозана. Установлено, что добавление поли-3-гидроксибутирата к хитозану увеличивает механическую прочность композитных пленок. Включение хитозана приводит к изменению рельефа поверхности композитов, а также увеличению их гидрофильных свойств, что способствует высокой адгезии ММСК.

Список литературы

1. Волова Т. Г. Полиоксиалканоаты – биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск, 2003. С. 327.
2. Коновалова М. В. Получение и исследование противоспаечных барьерных материалов на основе пектина и хитозана. М., 2017.

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ***А.Л. Пономарева[†]**Научный руководитель С.В. Прудникова
доктор биологических наук*Сибирский федеральный университет*

Одной из актуальных проблем современности является глобальное химическое загрязнение биосферы. Широкое применение разнообразных химических соединений в хозяйственной деятельности человека порождает обоснованное беспокойство о возможном нарушении экологического равновесия в отдельных экосистемах [1]. Особую опасность представляют синтетические соединения, поступающие в природу в результате аграрных мероприятий. Важное место среди них занимают химические средства защиты растений – пестициды. Использование пестицидов в растениеводстве для повышения продуктивности растений, борьбы с болезнями и вредителями обуславливает рост ассортимента и объемов применения агропрепаратов [2, 3]. Однако, независимо от форм и способов применения, пестициды продолжают попадать в почву, накапливаться в ней и влиять на микробные сообщества. Установлено, что реакция почвенных микроорганизмов на действие пестицидов чрезвычайно разнообразна и зависит от многих факторов: химической природы, персистентности препаратов, почвенно-климатических характеристик и пр. [4]. Необходимость исследования взаимодействия пестицидов с почвенными микроорганизмами обусловлена важнейшей ролью микрофлоры в создании почвенного плодородия и оптимизации условий вегетации растений, а также способностью микроорганизмов к биодegradации пестицидов в окружающей среде до безопасных веществ [5, 6].

В своих исследованиях мы ставили перед собой цель – оценить влияние пестицидов на почвенный микробиоценоз при разном времени воздействия в модельном эксперименте.

Были использованы следующие пестициды: гербициды – метрибузин, трибенурон-метил, феноксапроп-п-этил; фунгициды – азоксистробин, тебуконазол, эпоксиконазол. Для модельного эксперимента 100 г полевой почвы помещали в пластиковые контейнеры, которые размещали при температуре 25 °С и поддерживали влажность 50 %. В почву вносили исследуемые пестициды в концентрации 0,1 мг/г почвы. Отбор образцов из контейнеров проводили через сутки и через месяц после внесения пестицидов. Анализировали численность и видовое разнообразие микроорганизмов. Для определения численности проводили высеv почвенных разведений 10^5 – 10^7 на питательный агар (HiMedia, Индия). Идентификацию чистых культур микроорганизмов проводили методом

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта «Агропрепараты нового поколения: стратегия конструирования и реализация» (Соглашение № 074-02-2018-328) в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 220 от 09.04.2010.

[†] © Пономарева А.Л., 2019

временной масс-спектрометрии на масс-спектрометре MALDI-TOF (Bruker, Германия).

Микробиологический анализ показал, что через сутки под влиянием пестицидов общее количество органотрофных бактерий уменьшилось в 10–50 раз. Кроме того, выявлено селективное действие пестицидов на видовой состав микробного сообщества (рис. 1). Так, при внесении трибенурон-метила и метрибузина доля грамотрицательных бактерий увеличивалась до 47,9 и 53,0 % соответственно (рис. 1). Среди них значительно выросла доля представителей *Pseudomonas brassicacearum* (до 31,6 %) и *Pseudomonas kilonensis* (21,2–39,4 %). Однако при внесении феноксапроп-п-этила отмечено наиболее выраженное снижение видового разнообразия и абсолютное доминирование представителей рода *Bacillus*.

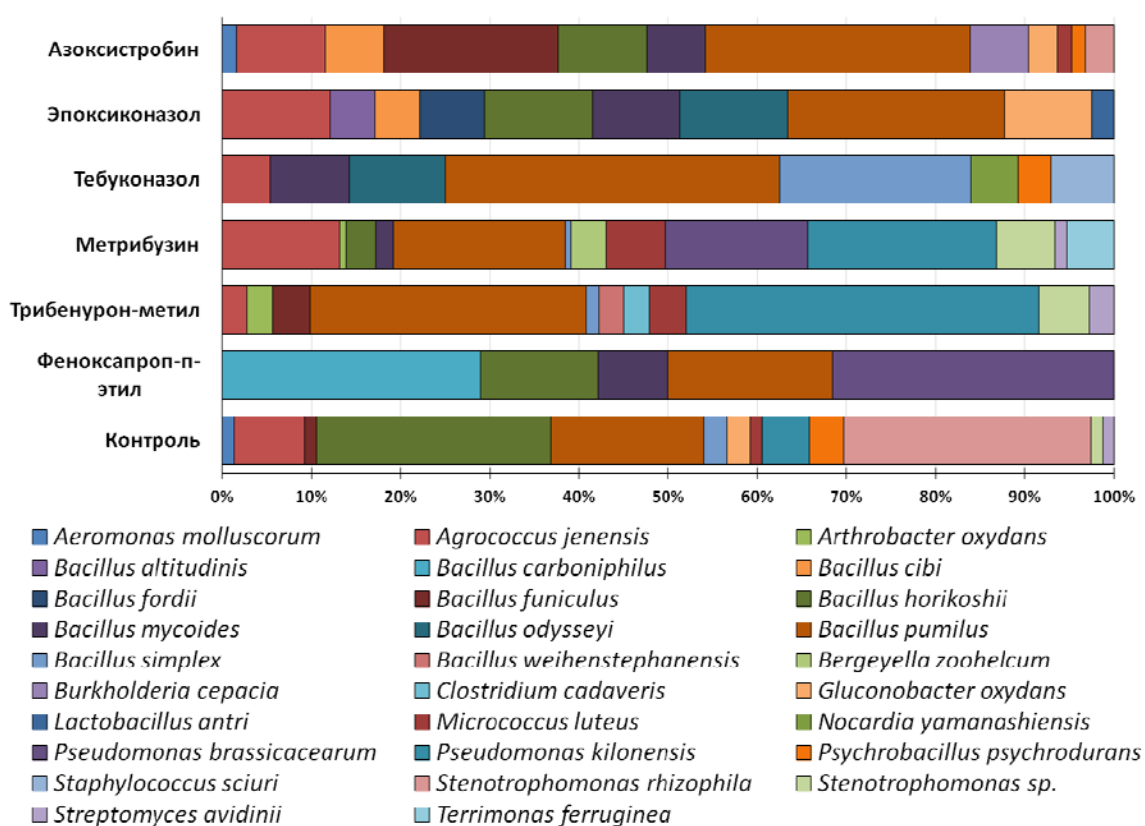


Рис. 1. Видовой состав доминантных бактерий в образцах почвы через сутки после внесения пестицидов

Под влиянием фунгицидов через сутки общее содержание грамположительных бактерий увеличилось до 90 %, при этом доля *Bacillus* – от 47,3 % до 78,5 %. В образце с эпоксиконазолом значительно выросла доля представителей *Agrococcus jenensis* (12,1 %) и *Gluconobacter oxydans* (9,8 %), а также был обнаружен не выявленный ранее вид *Lactobacillus antri*. В образце почвы с тебуконазолом отмечается появление *Nocardia yamanashiensis*. Вид *Stenotrophomonas rhizophila* был выделен только в образце с азоксистробином.

Через месяц экспозиции видовой состав микробного сообщества значительно изменился как в контрольной почве, так и под действием пестицидов. В контрольном образце почвы в 100 % проб преобладали грамположительные бактерии (рис. 2), из них *Bacillus spp.* – 53,3 %; *Streptomyces* – 39,6 %; *Arthrobacter* 10,7 %.

Аналогичное доминирование грамположительных бактерий наблюдали в образцах почвы с гербицидами. Так, в пробе с трибенурон-метилом преобладали *Bacillus* – 52,4 %; *Streptomyces spp.* – 27,6 % и *Actinomycetes* – 10,7 %. В пробе с феноксапроп-п-этилом: *Bacillus* – 60,6 % и актинобактерии – 15,3 %. В почве с метрибузином наряду с бактериями рода *Bacillus* возросло количество *Lactococcus lactis* до 28,5 %.

При анализе видовой состава микроорганизмов в почве с фунгицидами также отмечали преобладание бактерий *Bacillus* (от 45 до 71 %), как и в контрольной почве. Однако в образцах с тебуконазолом и азоксистробинном обнаружено незначительное количество граммотрицательных бактерий *Variovorox paradoxus* – 3,9 % и 1,8 % соответственно. В образце с эпоксиконазолом 90,2 % составили грамположительные бактерии, а также обнаружены дрожжи *Trichosporon mucoides* (9,8 %).

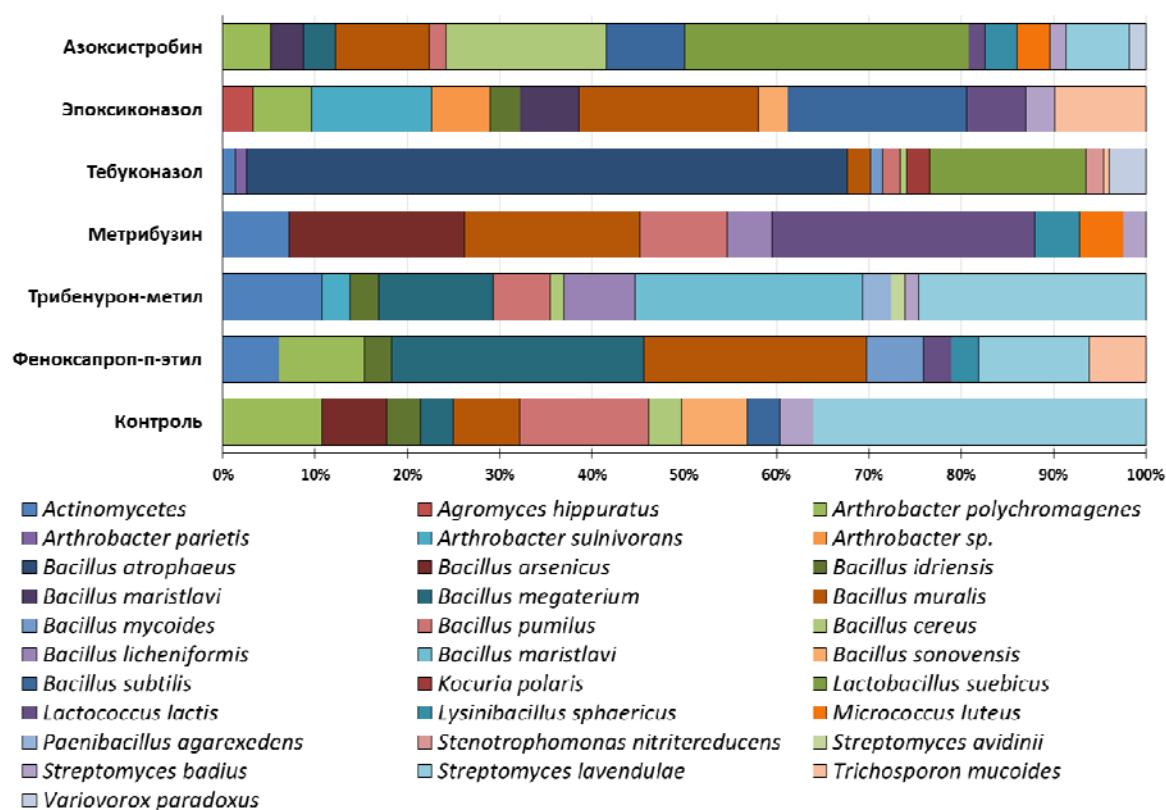


Рис. 2. Видовой состав доминантных бактерий в образцах почвы через месяц после внесения пестицидов

Таким образом, через сутки после внесения пестицидов были отмечены наиболее выраженные изменения видовой состава почвенных бактерий в об-

разцах почвы и снижение общей численности органотрофных бактерий. Через месяц после обработки почвы пестицидами различия микрофлоры в контрольных и опытных вариантах были менее значительными.

Список литературы

1. Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards // *Interdisciplinary toxicology*. 2009. 2(1). 1–12.
2. Lamichhane J.R., Dachbrodt-Saaydeh S., Kudsk P., Messéan A. Toward a reduced reliance on conventional pesticides in European agriculture // *Plant Disease*. 2016. 100(1). 10–24.
3. Carvalho F.P. Pesticides, environment, and food safety // *Food and Energy Security*. 2017. 6(2). 48–60.
4. Kah M., Beulke S., Brown C.D. Factors influencing degradation of pesticides in soil// *Journal of agricultural and food chemistry*. 2007. 55(11). 4487–4492.
5. Moorman T. B. Pesticide degradation by soil microorganisms: environmental, ecological, and management effects // *Soil Biology*. CRC Press. Pp. 127–172.
6. Chen M., Xu P., Zeng G., Yang C., Huang D., Zhang, J. Bioremediation of soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons, petroleum, pesticides, chlorophenols and heavy metals by composting: applications, microbes and future research needs // *Biotechnology Advance*. 2015. 33(6). 745–755.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ УГЛЕРОДНЫХ НАНОЧАСТИЦ В ГИДРОПОННОЙ КУЛЬТУРЕ *T. AESTIVUM*

С.А. Пятина*

Научный руководитель Е.И. Шишацкая
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Развитие современного общества связано с внедрением нанотехнологий в различные сферы деятельности (энергетика, электроника, фармацевтика, медицина) и увеличением продукции наноматериалов [1].

Многие наноматериалы представляют потенциальную угрозу для окружающей среды и здоровья человека. Вместе с этим использование наноматериалов в строго контролируемых условиях может иметь и благоприятные последствия для живых организмов, такие как повышение устойчивости к различным биотическим и абиотическим факторам. Это определяет необходимость изучения биологической активности наноматериалов и поиск модельных систем для оценки возможных последствий на клеточном и геномном уровне. Влияние наноматериалов на растения (первое звено пищевой цепи) может иметь последствия и для человека.

В экспериментах в качестве модельной системы использовали гидропонную культуру проростков *T. aestivum*. В среду культивирования вносили нанодиамазы (НА) ($54,07 \pm 0,35$ нм) и фуллерены (Ф) ($94,64 \pm 3,12$ нм) в конечной концентрации 5, 25 и 50 мкг/мл. В корнях двухдневных проростков определяли содержание окисленных форм белков и липидов; численность популяции пограничных клеток (ПК) корневого апекса и активность корневой экскреции.

Было показано, что углеродные наночастицы индуцировали окислительный стресс в корнях проростков: содержание карбонилированных белков значительно возрастало, но дозовые эффекты для Ф и НА существенно различались. При этом углеродные наночастицы в изученных концентрациях незначительно влияли на содержание малонового диальдегида (МДА, показатель активности перекисного окисления липидов) и не оказывали влияния на содержание пролина (молекулярный скавенджер свободных радикалов) по сравнению с контрольным вариантом. Это может быть связано с активным использованием МДА в окислительных модификациях белков и окислением пролина в митохондриях с образованием АТФ.

Индукцированный наночастицами окислительный стресс в корнях проростков сопровождался увеличением численности ПК – специфической популяции клеток корневого апекса, которые определяют формирование ризосферного пространства и устойчивость корневой системы к различным биотическим и абиотическим факторам [2, 3]. Дозовые эффекты НА и Ф в популяции ПК существенно различались. Следует отметить, что увеличение численности ПК в

* © Пятина С.А., 2019

присутствии наночастиц сопровождалось увеличением активности корневой экскреции. На микроскопическом уровне этот феномен реализовался в увеличении размеров гелевого чехла, окружающего вершину корневого апекса и защищающего апикальную меристему от неблагоприятных воздействий.

Выявленные различия биологических эффектов Ф и НА могут быть связаны как с размерными различиями частиц, так и со структурными особенностями Ф и НА.

Список литературы

1. Polyak B. How can we predict behavior of nanoparticles in vivo // *Nanomedicine*. 2016. Vol. 11(3). P. 189–192.
2. Hawes M. C. The role of root border cells in plant defense // *Trends Plant Sci.* 2000. Vol. 5, № 3. P. 128–133.
3. Feldman L. J. Development and dynamics of the root apical meristem // *Am. J. Bot.* 1984. Vol. 7. P. 1308–1314.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА БИОРАЗРУШАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОСУДИСТЫХ СТЕНТОВ

Г.А. Рыльцева, А.Ю. Николаева*

Научный руководитель Е.И. Шишацкая
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Применение полимерных материалов открыло новые пути для успешного лечения различных заболеваний сердечно-сосудистой системы, в том числе при атеросклеротическом поражении сосудов сердца. Особенно перспективно применение биоразрушаемых материалов в качестве покрытий для стентов либо самостоятельных изделий, что позволяет восстанавливать просвет сосуда без риска повторного стеноза [1, 2]. Коронарное стентирование является эффективным и малотравматичным методом чрезкожного коронарного вмешательства, однако при этом виде лечения сохраняется проблема рестенозов, вызванных повторным формированием атеросклеротической бляшки в зоне стента, что обусловлено хроническим воспалением как проявлением реакции на инородное тело [3]. Поэтому поиск новых биосовместимых материалов, обладающих необходимыми физико-механическими свойствами и способностью к биодеградации, является актуальной проблемой современного медицинского материаловедения. Многообещающими с этой точки зрения представляются полигидроксикапраны, имеющие очень хорошую биосовместимость и широкий диапазон физико-механических характеристик.

В соответствии с последними тенденциями в исследованиях медицинских бионаноматериалов, необходимо комплексное исследование образцов ПГА, включающее структурный анализ, оценку биосовместимости в клеточных культурах, а также изучение характеристик биодеградации модельных изделий. С учетом особенностей проявлений механотрансдукции различных медицинских материалов, требуется оценка «токсичности» рельефа поверхности образцов различного мономерного состава, имеющих различные поверхностные характеристики и профиль.

Это определило направление исследований настоящей работы, ориентированной на исследование ПГА применительно к конкретным биомедицинским задачам: анализ поверхности пленочных образцов ПГА различного состава, а также с модифицированной поверхностью и проведение исследований закономерностей влияния особенностей нанорельефа на форменные элементы крови.

Цель. Проанализировать возможность использования бионаноматериалов из ПГА различного мономерного состава для изготовления имплантатов для сердечно-сосудистой хирургии.

* © Рыльцева Г.А., Николаева А.Ю., 2019

Материалы и методы. В качестве объекта для исследования использовали полимерные пленки из пяти образцов ПГА, полученных в процессе двухстадийного микробиологического синтеза с выращиванием *Cupriavidus eutrophus* В-10646 в специфических условиях роста в Лаборатории биотехнологии новых материалов Сибирского федерального университета. В дальнейшем исследовании полимерные пленки использовали в виде клеточных подложек в культурах клеток крови. Характеристики поверхности пленок оценивали с помощью прибора для измерения краевых углов DSA-25E (Krüss, Германия), шероховатость поверхности определяли с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ) в полуконтактном режиме (Россия). Визуализацию клеток на подложках и анализ ультраструктуры поверхности подложек проводили при помощи электронной микроскопии SEM TM 3000 (Hitachi, Япония).

Для оценки полимерных образцов на основе моноцитарной фракции венозной крови пациентов Красноярского центра сердечно-сосудистой хирургии, имеющих стеноз коронарных артерий вследствие атеросклероза и подлежащих стентированию металлическими стентами «Эверолимус», создана система *in vitro*, в которой возможно быстрое и биологически адекватное воспроизведение основных молекулярно-клеточных событий развития атеросклеротической бляшки. Моноциты выделяли в гипертоническом градиенте плотности по методу Рекальде из венозной крови до и после установки стентов. Клетки культивировали в культуральных планшетах в гумидной атмосфере 5 % CO₂ при 37 °С в полной среде DMEM с добавлением антибиотика и эмбриональной телячьей сыворотки в течение 24 ч. В качестве контрольной подложки выбран обычный адгезионный культуральный пластик.

Результаты. В ходе эксперимента были проанализированы поверхностные характеристики полимерных матриц пяти типов образцов ПГА различного мономерного состава: РЗНВ, Р (ЗНВ/ЗНВ), Р (ЗНВ/4НВ), Р (ЗНВ/ЗНВ/ЗННх), Р (ЗНВ/ЗНВ/4НВ/ЗННх).

Оценка смачиваемости поверхности пленок полярными и неполярными жидкостями, которая определяется величиной угла контакта обеих жидкостей, помогает косвенно определить биосовместимость материала при его непосредственном контакте с клетками. При оценке значения краевого угла смачивания для воды его величина составила от 78,62° до 97,98°, с минимальным значением для Р (ЗНВ/4НВ); что ниже значений у гомополимерных пленок РЗНВ (97,42) и контроля (92,46). Результат указывает на благоприятное влияние мономеров, отличных от ЗНВ, на смачиваемость образца. При этом пленки гомополимера Р (ЗНВ) и пленки сополимера Р (ЗНВ/ЗНВ/4НВ/ЗННх) имели одинаковые характеристики поверхности.

При анализе шероховатости поверхности пленок были выявлены существенные различия у образцов различного мономерного состава. Среднеквадратичный максимум шероховатости составлял 248 нм у Р(ЗНВ/4НВ), минимальное значение 157 нм зафиксировано для четырехкомпонентного образца. Минимальное значение шероховатости имел гомополимерный образец (80 нм),

при этом отклонение профиля шероховатости сополимеров было почти в 2,5 раза выше, чем у гомополимера (РЗНВ).

Культура клеток на полимерных подложках при микроскопическом анализе выявила два основных морфологических класса моноцитов-макрофагов: 1 – округлые; 2 – удлиненные клетки.

Класс округлых клеток составляло два морфотипа: округлые, одноядерные клетки и крупные округлые клетки с несколькими ядрами.

Представителями второго класса служили четыре морфотипа: нитевидные, веретенообразные, палочковидные и треугольные клетки.

С учетом характеристик описанных функциональных фенотипических классов моноцитов-макрофагов фенотипы M1 и M2 *in vitro* имеют различные роли в патофизиологических событиях атеросклероза, как и различную морфологию – округлые соответствуют M1-фенотипу (и имеют провоспалительную активность), а моноциты с удлиненной формой – фенотипу M2 (и имеют противовоспалительная активность) [4, 5]

При исследовании соотношения числа 1-го и 2-го морфологических классов M1/M2 следует отметить, что различия обнаружены как для разных по составу образцов, так и для точек до/после стентирования.

После стентирования значения M1/M2 для образцов 1 и 5 увеличились, для образцов 2, 3 и 4 – уменьшилась по сравнению с вариантом до стентирования. При культивировании в контроле (на культуральном пластике) величина отношений существенно не различалась в вариантах культивирования до и после размещения стента.

Анализируя округлые клетки (1-й морфологический класс), пришли к выводу, что большие многоядерные макрофаги – результат слияния нескольких моноклеарных клеток, в следствии клеточной реакции макрофагов, запускаемая при взаимодействии с материалом имплантата.

Изменчивость числа многоядерных форм макрофагов также зависит от состава биополимерных каркасов и от варианта получения моноцитов – до или после стентирования.

На образце 5 количество многоядерных форм моноцитов увеличилось после стентирования, а на образцах 3 и 4 – уменьшилось по сравнению с вариантом до стентирования. В образцах 1, 2 и контроль – количество многоядерных клеток до и после стентирования было одинаковым.

В ходе нашего исследования мы пришли к следующим выводам.

Биополимерные подложки влияют на процессы поляризации макрофагов *in vitro*, а также определяют активность их слияния и образования многоядерных гигантских клеток, и это влияние определяется составом мономеров.

Направление поляризации макрофагов *in vitro* зависит также и от исходного функционального состояния моноцитов *in vivo* – до/после стентирования.

Полученные результаты позволяют нам рассматривать разработанную в исследовании модельную систему как перспективную для оценки изменений функционального состояния макрофагов и реактивности организма *in vivo*.

Проведя анализ закономерностей взаимодействия форменных элементов крови с сополимерами ПГА различного состава, определили образцы 2 (P(ЗНВ/ЗНУ)) и 3 (P(ЗНВ/4НВ)) более пригодными для разработок имплантатов.

Список литературы

1. Volova T., Kiselev E., Vinogradova O., Nikolaeva E., Chistyakov A., Sukovatiy A., Shishatskaya E. A glucose-utilizing strain, *Cupriavidus euthrophus* B-10646: growth kinetics, characterization and synthesis of multicomponent PHAs // PLoS One 9. 2014. e87551.
2. Volova T. G., E. I. Shishatskaya, A. J. Sinsky Degradable Polymers: Production, Properties, Applications // Nova Science Pub. Inc., NY, USA. 2013. 30 p.
3. Zmysłowski A., Szterk A. Current knowledge on the mechanism of atherosclerosis and pro-atherosclerotic properties of oxysterols // Lipids Health Dis. 2017. 16:188.
4. Miron R. J., Bosshardt D. D. Multinucleated giant cells: good guys or bad // Tissue Eng. Part B Rev., 24. 2017. P. 53–65.
5. Moon H., Cremmel C. V., Kulpa A., Jaeger N. A., Kappelhoff R., Overall C. M., Waterfield J. D., Brunette D. M. Novel grooved substrata stimulate macrophage fusion // CCL2 and MMP-9 secretion J. Biomed. Mater. Res. A., 104. 2016. P. 2243–2254.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТЫХ МАТРИКСОВ НА ОСНОВЕ ПГА МЕТОДОМ ФАЗОВОГО РАЗДЕЛЕНИЯ

А.А. Савченко*

Научный руководитель А.А. Шумилова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Актуальной задачей клеточной и тканевой инженерии является разработка и создание трехмерных структур на основе биосовместимых и биоразрушаемых в биологических средах полимерных материалов, способных поддерживать рост и адгезию клеток [1]. Одним из перспективных способов получения пористых полимерных матриц является получение гелей с последующей лиофилизацией методами термического индуцированного фазового разделения (TIPS) и методом разделения фаз (NIPS) с осадителем [2].

В качестве материалов для получения подобных структур используют полигидроксиалканоаты – полиэфиры гидроксимасляной кислоты, синтезируемые природными микроорганизмами. Главными свойствами полигидроксиалканоатов являются биосовместимость и биоразлагаемость [3].

Цель работы. Получение и исследование пористых матриксов на основе поли-3-гидроксibuтирата с помощью NIPS технологии.

Материалы и методы. В качестве материала исследования был выбран гомополимер гидроксимасляной кислоты [П(ЗГБ)] ($M_n = 723 \pm 6,0$ кДа; ($T_{пл}$) = 197,7 °С; (C_x) = 76 ± 1,2 %, растворимость которого изучена в органических растворителях: хлороформе, дихлорметане, 1,4-диоксане. Для получения гелей использовали комбинацию методов TIPS и NIPS с применением в качестве осадителя тетрагидрофурана (ТГФ). К 3 % и 6 % полимерному раствору П(ЗГБ) добавляли тетрагидрофуран в соотношениях 30/70, 40/60, 43/57, 50/50, 60/40, 70/30, 80/20. Затем фиксировали время образование гелей в зависимости от концентрации растворов и температуры: -23, +7, +24, +37 °С. Полученные гели выдерживали в этиловом спирте и дистиллированной воде в течение двух дней и затем лиофилизировали в течение 24 ч (0,040 mbar, -50 °С, Alpha 1-2 LD plus(Christ)). Исследовали микроструктуру и пористость полученных трехмерных матриксов.

Результаты. Растворимость (набухание) П(ЗГБ) предварительно исследовали в таких органических растворителях, как хлороформ, дихлорметан и 1,4-диоксан при разных концентрациях полимерных растворов: 1–7 % (рис. 1). Максимальные температуры растворения исследованных образцов П(ЗГБ) составили: 60 °С для хлороформа и дихлорметана, 100 °С для 1,4-диоксана. Полное растворение П(ЗГБ) наблюдали во всех растворителях до оптической прозрачности, наименьшее время растворения зарегистрировано для образцов по-

* © Савченко А.А., 2019

лимера в хлороформе, в то время как в 1,4-диоксане время растворения превышало в 2–3 раза.

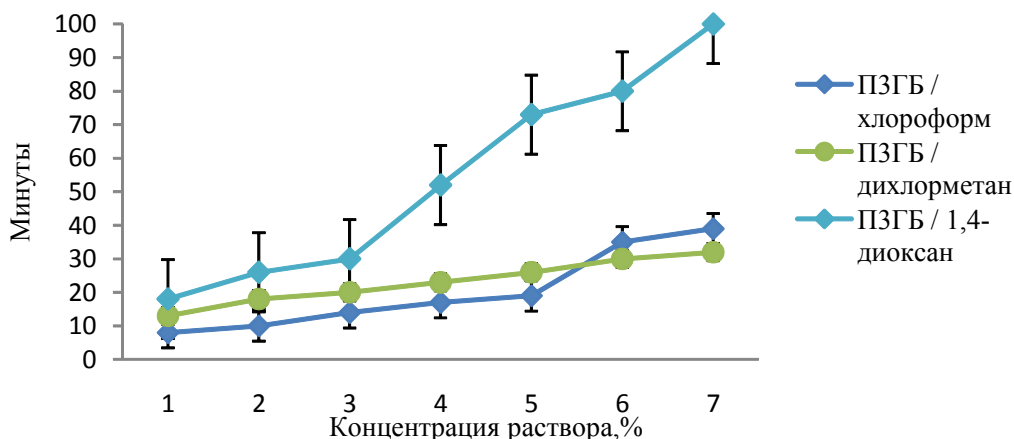


Рис. 1. Зависимость растворимости П(ЗГБ) от растворителя и концентрации раствора

Для получения гелей в качестве растворителей были взяты хлороформ и 1,4-диоксан. Образование гелей зависело от концентрации раствора и концентрации осадителя. Следует отметить, что раствор не переходил в гель, пока соотношение П(ЗГБ)/ТГФ не достигло 30/70 и выше (рис. 2).

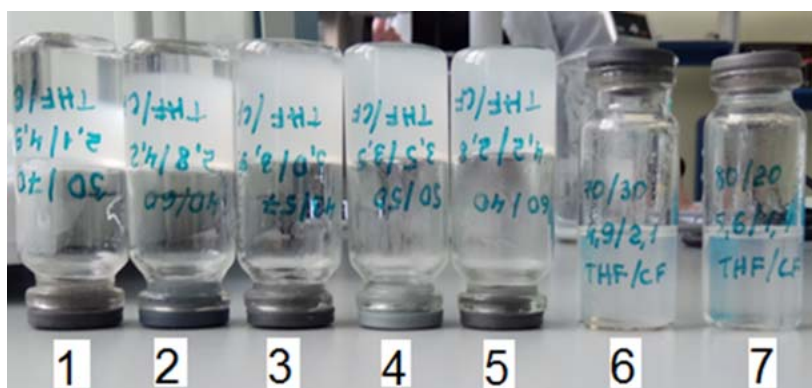


Рис. 2. Образование гелей в зависимости от соотношения растворителя и осадителя П(ЗГБ)/ТГФ: 1 – 30/70, 2 – 40/60, 3 – 43/57, 4 – 50/50, 5 – 60/40, 6 – 70/30, 7 – 80/20

Изменения температуры влияло на скорость формирования гелей. Так, гели формировались независимо от концентрации при $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 6 мин, а при $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 10 мин. При повышении температуры образование гелей не наблюдали (табл. 1).

Гели в соотношении П(ЗГБ)/ТГФ 30/70, 40/60, 50/50, 60/40 сохраняли структуру в течение длительного времени, не деформировались, поэтому были выбраны для последующей лиофилизации. При исследовании влагопоглощения полученных пористых матриц, независимо от растворителя, не наблюдалось разницы, полученные матрицы практически не впитывали воду. На примере

пористых матриц, полученных при растворении П(ЗГБ) в 1,4-диоксане при разном соотношении ТГФ/1,4-диоксан, были исследованы их механические свойства с использованием разрывной машины Instron.

Таблица 1

Время формирования гелей в зависимости от растворителя, осадителя и температуры

Соотношение П(ЗГБ)/ТГФ	Температура –23 °С	Температура –5 °С	Температура 25 °С
хлороформ			
30/70	6 мин	10 мин	13 мин
40/60	6 мин	10 мин	18 мин
43/57	6 мин	10 мин	20 мин
50/50	6 мин	10 мин	24 мин
60/40	6 мин	10 мин	26 мин
70/30	6 мин	10 мин	30 мин
80/20	6 мин	10 мин	–
1,4-диоксан			
30/70	6 мин	10 мин	10 мин
40/60	6 мин	10 мин	10 мин
43/57	6 мин	10 мин	10 мин
хлороформ			
50/50	6 мин	10 мин	12 мин
60/40	6 мин	10 мин	13 мин
70/30	6 мин	10 мин	15 мин
80/20	6 мин	10 мин	–

Таблица 2

Физика-механика при помощи испытательного оборудования для оценки механических свойств материалов и деталей

Соотношение П(ЗГБ)/ТГФ	Модуль Юнга, МПа	Деформация при сжатии, %	Напряжение при разрушении, МПа
30/70	1,085 ± 0,62	87,45 ± 19,1	0,323 ± 0,11
40/60	0,494 ± 0,09	94,43 ± 6,5	0,207 ± 0,08
50/50	0,296 ± 0,04	96,09 ± 11,8	0,140 ± 0,01
60/40	0,428 ± 0,01	100,97 ± 11,8	0,155 ± 0,01

Заключение. Исследована растворимость П(ЗГБ) в различных растворителях. Методом разделения фаз получены гели при следующем соотношении растворителя и осадителя: 1 – 30/70; 2 – 40/60, 3 – 43/57, 4 – 50/50, 5 – 60/40, 6 – 70/30. Доказано, что на скорость образования гелей и их качество влияют соотношение растворителя, осадителя, концентрация раствора и температура.

Список литературы

1. Василец В. Н., Казбанов И. В., Ефимов А. Е., Севастьянов В. И. Разработка новых методов формирования имплантационных материалов с использованием технологий электроспиннинга и биопринтирования // Новые технологии. 2009. С. 47–53.
2. Kang J. et al. Fabrication and characterization of poly (3-hydroxybutyrate) gels using non-solvent-induced phase separation // Polymer. 2016. 104. P. 61–71.
3. Шишацкая Е. И., Гордеев С. А., Валова Т. Г. Исследование свойств полигидроксиалканатов, перспективных для получения пористых матриц // Перспективные материалы. 2005. № 5. С. 40–44.

**ДИНАМИКА АКТИВНОЙ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ
И БАЗАЛЬНОГО ДЫХАНИЯ В ПОЧВОГРУНТАХ
РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ОТВАЛОВ БОРОДИНСКОГО
БУРОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Ю.Р. Салимгареева^{1*}

Научный руководитель А.В. Богородская²
кандидат биологических наук

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН*

Проблема деградации почв вследствие техногенного нарушения приобретает все более глобальный характер. Особую народно-хозяйственную и экологическую проблему создают постоянно увеличивающиеся территории нарушенных земель, возникающие в связи с интенсивными разработками и добычей полезных ископаемых открытым способом [1]. На месте уничтоженного почвенного покрова создаются «техногенные» ландшафты, особенности образования и эволюции которых обусловлены спецификой производственной деятельности человека.

Бородинский угольный разрез (БУР) является одним из крупнейших в России по объемам добываемого угля, расположен в Красноярском крае в пределах Канской котловины, на восточной окраине лесостепной зоны Средней Сибири, входит в состав СУЭК. На БУР в связи с ведущими направлениями горной рекультивации, особенностями формирования рельефа и почвогрунтов, динамическими процессами, происходящими на отвалах, выделяют три посттехногенных сукцессионных серии: эрозионная, лесная и луговая [2].

Важнейшую роль в процессе регенерации биогеоценозов техногенного ландшафта играет микробная колонизация, которая непосредственно участвует в процессах минерализации и гумификации растительных остатков, поэтому важно изучать сукцессии микробного компонента на отвалах разного возраста с разными способами рекультивации [3]. Содержание активной микробной биомассы и ее функциональной активности (базальное дыхание) являются основными параметрами в экологических исследованиях, в том числе и при различных сценариях [4–6].

Цель работы заключалась в исследовании динамики развития микробной биомассы и ее активности (базальное дыхание) в техногенных поверхностных образованиях (ТПО) разновозрастных отвалов ведущих сукцессионных серий БУР.

Исследования проводились в 2016–2018 гг. на 10 постоянных пробных площадях (ПП), заложенных с учетом вариантов основных техногенных сукцессий на отвалах БУР: 1 – эрозионная (на нерекультивированных и склонах

* © Салимгареева Ю.Р., 2019

отвалов); 2 – лесная (на выровненных отвалах без нанесения плодородного слоя почвы (ПСП)); 3 – луговая (на спланированных отвалах с нанесением ПСП). Сравнение проводили с зональными почвами Канской лесостепи: серыми лесными (березняк разнотравный) и агрочерноземами (залежный луг).

Определяли содержание микробной биомассы ($C_{\text{мик}}$) методом субстрат-индуцированного дыхания СИД [4, 7]. Базальное (фоновое) дыхание (БД) измеряли на газовом хроматографе согласно [4]. Удельное дыхание микробной биомассы (микробный метаболический коэффициент, $q\text{CO}_2$) рассчитывается как отношение скорости базального дыхания к микробной биомассе: $\text{БД}/C_{\text{мик}} = q\text{CO}_2$ (мкг $\text{CO}_2\text{-C}/\text{мг } C_{\text{мик}}$ в час) [8].

Наиболее низкие значения содержания углерода микробной биомассы и базального дыхания, их высокая годовая вариабельность и несбалансированность микробиологических процессов, выраженная в высоких значениях $q\text{CO}_2$, характерна для 35-летних литострат эрозионной сукцессионной серии, а также для молодых 10–13-летних литострат под лесными культурами (рисунок). Наклонная поверхность отвала предопределяет нестабильность почвенно-биологических процессов, смыв органического вещества и тормозит сукцессионное развитие как растительности, так и микробиоценоза. Отсутствие растительного опада под частыми посадками культурами сосны также не способствует накоплению органического вещества в верхнем слое литострата и закреплению ее в микробной биомассе.

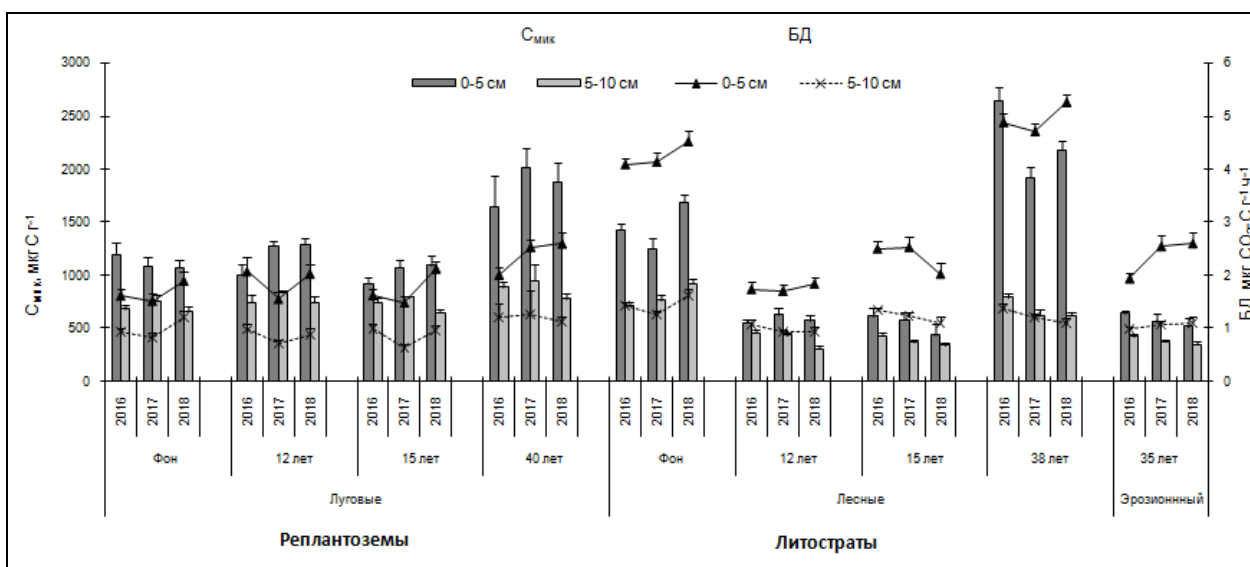


Рис. Динамика содержания углерода микробной биомассы и интенсивности базального дыхания в ТПО отвалах ведущих сукцессионных серий БУР

На выровненном 38-летнем литострате, представленном осиново-березовым насаждением, сформировался грубогумусный горизонт мощностью 3 см, с высоким содержанием микробной биомассы (1900-2650 мкг С г⁻¹) и базального дыхания (4,7–4,9 мкг $\text{CO}_2\text{-C}$ г⁻¹ ч⁻¹), значения которых превышают на

85 % фоновые серые лесные почвы. Микробиологические процессы сбалансированы, значения $q\text{CO}_2$ ниже контроля.

Нанесение ПСП на выровненную поверхность отвалов ускоряет сукцессию луговой растительности и развитие микробных комплексов. В верхнем слое реплантоземов разного возраста высоко содержание углерода микробной биомассы ($914\text{--}2016 \text{ мкг С г}^{-1}$), интенсивности БД ($1,4\text{--}2,5 \text{ мкг СО}_2\text{-С г}^{-1}\text{ч}^{-1}$), наиболее низкие значения микробного метаболического коэффициента. Под луговой растительностью максимальное содержание $\text{С}_{\text{мик}}$ ($2016 \text{ мкг С г}^{-1}$) и интенсивность БД ($1,9 \text{ мкг СО}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$) отмечены в верхнем слое 38-летнего реплантозема.

Показано, что в верхних слоях разновозрастных реплантоземов содержание $\text{С}_{\text{мик}}$ и БД высоки и сравнимы с таковыми в агрочерноземе фонового лугового сообщества, тогда как в реплантоземе 38-летнего отвала – превышали фон в 1,5–2 раза. Микробиологические процессы в реплантоземах сбалансированы.

В литостратах эрозионной сукцессионной серии и в 10–13 летних отвалах под лесными культурами отмечены низкие значения $\text{С}_{\text{мик}}$ и превышающие контроль в 1,5 раза значения $q\text{CO}_2$, что свидетельствует о нестабильном функционировании микробных сообществ. В гумусовом горизонте 38-летнего отвала отмечены максимальные, превышающие контроль на 85 %, показатели $\text{С}_{\text{мик}}$ ($1916 \text{ мкг С г}^{-1}$) и БД ($4,7 \text{ мкг СО}_2\text{-С г}^{-1} \text{ ч}^{-1}$).

Таким образом, исследование динамики $\text{С}_{\text{мик}}$ и БД в почвогрунтах ТПО показало, что восстановление почвенной микрофлоры происходит быстрее при рекультивации отвалов с нанесением плодородного слоя почвы, где отмечены высокие значения микробной биомассы и базального дыхания, значения которых сравнимы с фоновыми почвами. Выровненные отвалы без нанесения ПСП предопределяют развитие лесной растительности, сукцессии микробных комплексов идут медленными темпами, что выражено в низких значениях исследуемых показателей.

Список литературы

1. Андроханов В. А., Лавриненко А. Т. Ускорение процессов рекультивации техногенных ландшафтов на угольных предприятиях КАТЭКа и Хакасии // Уголь. 2012. № 7. С. 62–66.
2. Шишкин А. С. Организация исследования техногенных территорий // Сибирский лесной журнал. 2016. № 2. С. 102–119.
3. Singh J. S., Gupta S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems // Bot. review. 1997. V. 43. № 4. P. 449–528.
4. Ананьева Н. Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М. : Наука, 2003. 223 с.
5. Гавриленко Е. Г., Ананьева Н. Д., Макаров О. А. Оценка качества почв разных экосистем // Почвоведение. 2013. № 12. С. 1505–1515.
6. Winding A., Hund-Rinke K., Rutgers M. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concept // Ecotoxicology and Environ. Safety. 2005. V. 62. P. 230–248.

7. Anderson J. P. E., Domsch K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // *Soil Biol. and Biochem.* 1978. 10. P. 314–322.

8. Anderson T. H., Domsch K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effect of environmental conditions, such as pH, on the microbial of forest soils // *Soil Biol. Biochem.* 1993. V. 25. P. 393–395.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОЗОНИРОВАНИЯ НА МИКРОФЛОРУ ВОЗДУХА ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Е.А. Соложенникова*

Научный руководитель С.В. Прудникова
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

На предприятиях биотехнологической промышленности для обеспечения гигиены и санитарии, а также с целью своевременного обнаружения микроорганизмов, которые могут являться контаминантами готовой продукции, необходимо проводить оценку количественного и качественного состава микроорганизмов воздуха помещений, в которых, по условиям технологии, требуется определенная степень чистоты [1]. Регулярная уборка помещений с использованием дезинфицирующих средств, а также различные методы по обеззараживанию воздуха имеют решающее значение для поддержания определенного уровня чистоты помещения. Несмотря на то, что в настоящее время существует множество подходов к очистке производственных помещений, проблема поиска наиболее эффективной комбинации методов очистки является актуальной [2, 3].

Цель работы. Оценить колебания численности микробных частиц в воздухе после проведения озонирования помещений опытного производства полигидроксиалканоатов.

Результаты. Проведен микробиологический контроль воздушной среды лаборатории по производству полигидроксиалканоатов согласно схеме микробиологического мониторинга и отбора проб, разработанной ранее.

Результаты определения контаминации воздушной среды помещений представлены в табл. 1.

Таблица 1

Уровень контаминации воздушной среды помещений производственной зоны опытного производства (фоновые значения)

Место взятия проб	Численность бактерий, КОЕ/м ³	Численность грибов, КОЕ/м ³	ПДК, КОЕ/м ³
1. Ферментационная комната	1 065,7	597,5	200
2. Отделение средоподготовки	314,5	не обнаружены	
3. Отделение музейной культуры	275,2	не обнаружены	
4. Экстракторная комната	275,2	26,2	

* © Соложенникова Е.А., 2019

Анализ данных показал, что полученные значения превышали ПДК, предусмотренные для помещений микробиологических производств. Среди бактерий воздушной среды было обнаружено преобладание микроорганизмов, отнесенных к роду *Micrococcus*, которые являются типичными представителями микрофлоры воздуха. Среди представителей грибной микрофлоры были обнаружены *Penicillium* и *Aspergillus*. Контаминация воздушной среды помещений была в пределах нормы, за исключением ферментационной комнаты [4].

С целью снижения уровня бактериальной обсемененности воздуха была проведена очистка воздушной сферы с применением озонатора («Озон-90П»).

Результаты микробиологического контроля воздуха после проведения озонирования представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Уровень контаминации воздушной среды помещений производственной зоны
опытного производства (после озонирования)**

Место взятия проб	Численность бактерий, КОЕ/м ³	Численность грибов, КОЕ/м ³
1. Ферментационная комната	202	не обнаружены
2. Отделение средоподготовки	205,8	не обнаружены
3. Отделение музейной культуры	не обнаружены	не обнаружены
4. Экстракторная комната	125,8	не обнаружены

Анализ полученных данных показал снижение уровня бактериальной контаминации до допустимых значений. Микогенной контаминации воздушной среды производственных помещений обнаружено не было.

Заключение. Проведение деконтаминирующих мероприятий с применением озонирования способствовали снижению микробной контаминации до ПДК. Данный метод может быть использован для борьбы с микробной контаминацией воздушной среды производственных помещений.

Список литературы

1. Гармонов С. Ю., Нурисламова Г. Р., Фатхуллин Р. Р., Горюнова С. М. Перекрестное загрязнение в химико-фармацевтическом производстве: проблемы стандартизации и унификации требований // Вестник Казанского технологического университета, 2006. 6. 294–305.
2. Doll M., Stevens M., Bearman G. Environmental cleaning and disinfection of patient areas // International Journal of Infectious Diseases, 2018. 67. 52–57.
3. Градова Н. Б. Биологическая безопасность биотехнологических производств : учеб. пособие / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов. М. : ДеЛи принт, 2010. 136 с.
4. ГОСТ Р 14644-1–2002 Чистые помещения и связанные с ними контролируемые среды. Ч. 1. Классификация чистоты воздуха. Введ. 01.04.2004. М. : Стандартинформ, 2002.

МИКРОБНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕКИ ЕНИСЕЙ ДЛЯ ОЧИЩЕНИЯ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

К.А. Туркин, Д.А. Шевчук*

Научный руководитель **С.В. Прудникова**
доктор биологических наук

Сибирский федеральный университет

Нефтяное производство – одно из приоритетных направлений в экономике нашего государства, но добыча, переработка и хранение нефти без соблюдения технологического регламента наносят большой ущерб состоянию окружающей среды. На сегодняшний день нефтепродукты – это основные загрязнители почвы и водоёмов. На территориях, подверженных загрязнению, развивается критическое нарушение флоры, фауны и микробиоты экосистем [1]. При очистке нефтяных загрязнений на почвах и береговых линиях применяются трудоемкие методы, имеющие недостатки, такие как неполное удаление загрязнений, дорогостоящая реализация и высокие энергетические потребности [2]. Помимо этого, использование высокого давления при промывке грунтов для вытеснения нефти может уничтожить микробные популяции, тогда как химические сорбенты и диспергаторы могут оказывать негативное действие на окружающую среду [3]. Среди актуальных направлений в области охраны биосферы от нефтяных загрязнений важное место занимает биоремедиация, в основе которой лежит способность микроорганизмов к деградации нефти и нефтепродуктов [4]. Эффективность процесса очистки зависит от ряда факторов, в том числе от правильного выбора микроорганизма-деструктора. Для ликвидации региональных нефтезагрязнений предпочтительнее использование адаптированных к конкретным условиям микроорганизмов-нефтедеструкторов [5].

Целью настоящей работы являлось выделение микроорганизмов из образцов воды реки Енисей и изучение их способности к росту в условиях нефтяного загрязнения.

Отбор образцов воды, загрязнённой нефтепродуктами, проводили в черте г. Красноярска в районе нефтебазы. Отбор контрольных, незагрязнённых, образцов воды проводили в районе Свято-Успенского монастыря.

В работе использовали общепринятые микробиологические методы [6]. Общую численность микроорганизмов определяли на мясопептонном агаре, для выделения микромицетов использовали среду Сабуро. Выделение нефтеокисляющих бактерий проводили на минеральной среде с добавлением стерильной нефти.

Исследования показали, что в отобранных образцах воды общая численность бактерий и микромицетов варьировала. На загрязнённых участках воды численность бактерий и микромицетов была снижена по сравнению с контрольными участками (таблица).

* © Туркин К.А., Шевчук Д.А., 2019

Численность микроорганизмов в образцах речной воды

Образец	Количество микроорганизмов	
	Бактерии, 10^5 КОЕ в 1 г	Микромицеты, 10^2 КОЕ в 1 г
Чистая вода	$2,0 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,9$
Загрязненная вода	$1,0 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,8$

Из образцов речной воды было выделено 9 штаммов чистых культур бактерий, устойчивых к нефти (рис. 1). При этом микроорганизмы, способные к росту на среде с нефтью, были обнаружены как на загрязнённых территориях (штаммы В4, В5, В6, В7, В8, В9), так и на контрольных участках (штаммы В1, В2, В3). Это свидетельствует о присутствии в окружающей среде микроорганизмов, способных к биодеструкции нефтепродуктов и перспективных для применения в биоремедиации.

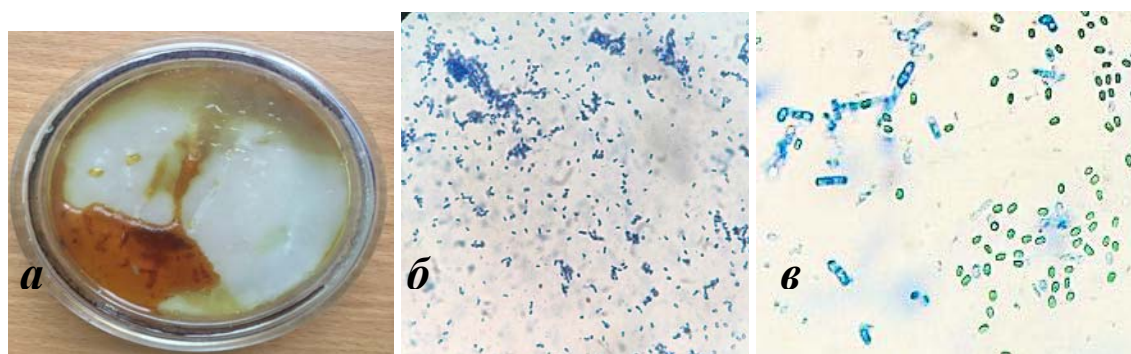


Рис. 1. Выделение нефтеокисляющих бактерий:

а – рост колоний на минеральной среде с добавлением стерильной нефти;
б, в – микрофотографии изолятов бактерий В8 и В4

Для выделенных микроорганизмов была проанализирована способность использовать нефть в качестве единственного источника питания. В колбу вносили 100 мл минеральной среды, 2 мл стерильной нефти и 5 мл суспензии чистой культуры бактерий. Колбы устанавливали на шейкер, культивировали при 120 об./мин. Отбор проб на 3, 5, 10 сутки. Оценку остаточного количества нефти в культуральной жидкости проводили гравиметрическим методом [7].

Установлено, что наиболее активно убыль массы нефти происходила в вариантах со штаммами В4 и В8, следовательно эти штаммы могут быть использованы в качестве деструкторов нефтепродуктов. Изучение цитоморфологических и биохимических особенностей этих штаммов показало, что штамм В4 – грамположительные спорообразующие палочки, неподвижные, каталазо- и оксидазоположительные, проявляют липазную, лецитиназную, протеазную и амилазную активность. Штамм В8 – грамтрицательные неспоровые, подвижные палочки, прямые или слабоизогнутые, каталазо- и оксидазоположительные, проявляют слабую протеазную и амилазную активность. По определителю Берджи штаммы были идентифицированы как *Bacillus* (В4) и *Pseudomonas* (В8).

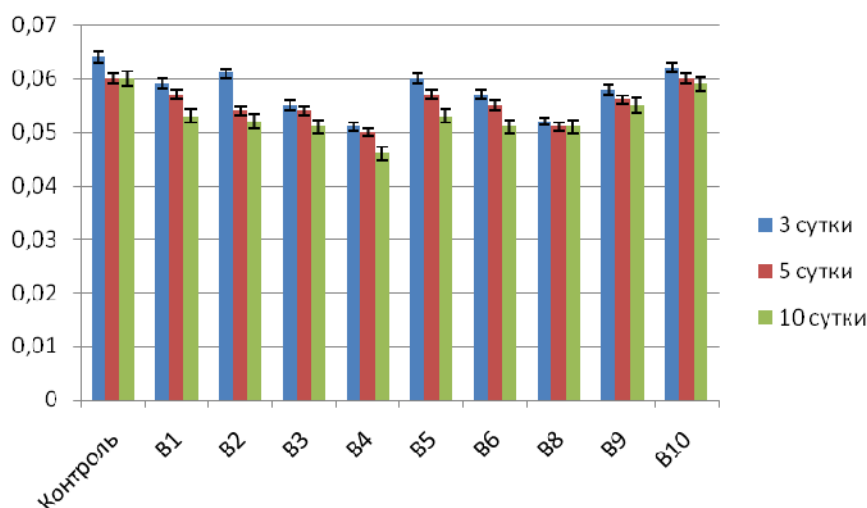


Рис. 2. Остаточное содержание нефти в культуральной жидкости

Таким образом, сравнительный анализ показал снижение общей численности бактерий в речной воде, загрязнённой нефтепродуктами. Тем не менее в микробном сообществе реки Енисей присутствуют бактерии, устойчивые к высоким концентрациям нефтепродуктов и способные к их ассимиляции. Выделенные активные изоляты бактерий *Pseudomonas sp.* (B8) и *Bacillus sp.* (B4) могут быть использованы для очищения водоёмов от загрязнений нефтепродуктами.

Список литературы

1. Давыдова С. Л. Превращение нефти в биосфере // Энергия. 2006. № 5. С. 53–58.
2. Xia W. X., Li J. C., Zheng X. L., Bi X. J. Enhanced biodegradation of diesel oil in seawater supplemented with nutrients // Engineering in Life Sciences. 2006. № 6. С. 80–85.
3. Глязнецова Ю. С., Зуева И. Н., Чалая О. Н., Лифшиц С. Х. Вопросы экологического мониторинга и реабилитации нефтезагрязненных почв арктической зоны Якутии // Арктика и Север. 2012. №. 5. С. 1–12.
4. Tyagi M., Fonseca M. M. R., Carvalho C. C. C. R. Bioaugmentation and biostimulation strategies to improve the effectiveness of bioremediation processes // Biodegradation. 2011. № 22. С. 231–241.
5. Белоусова Н. И., Барышникова Л. М., Шкидченко А. Н. Отбор микроорганизмов, способных к деструкции нефти и нефтепродуктов при пониженных температурах // Прикладная биохимия и микробиология. 2002. Т. 38. № 5. С. 513–517.
6. Нетрусов А. И., Егорова М. А. и др. Практикум по микробиологии / под ред. А. И. Нетрусова. М. : Академия, 2005. 608 с.
7. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1 : Титриметрические и гравиметрические методы анализа: учебник для студ. вузов, обучающихся по химико-технол. спец. М. : Дрофа, 2009. С. 312–322.

Биофизика

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОХРАНИЛИЩА БУГАЧ

О.А. Абрамова*

Научный руководитель Е.А. Иванова
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Исследуемое водохранилище Бугач используется населением города для отдыха, купания и любительской ловли рыбы, поэтому качество воды этого водоема должно стать предметом тщательного изучения. Каждый год в летнее время водохранилище подвержено «цветению», вызываемому цианобактериями, что снижает его рекреационное значение. Так как водоросли имеют индикаторное значение, видовой состав фитопланктона может выступать в качестве интегрального показателя, характеризующего уровень эвтрофикации и степень загрязнения воды [2].

Целью исследовательской работы является экологическая оценка состояния фитопланктона водохранилища Бугач в период «цветения» воды в 2014, 2017 и 2018 гг.

Материал по фитопланктону был отобран в июле 2014, 2017 и 2018 гг. на пяти станциях водоема. Отбор проб и обработка проводились по общепринятой методике [1].

В 2014 г. в водохранилище Бугач был обнаружен 21 вид фитопланктона из четырех отделов: Cyanobacteria – 7, Bacillariophyta – 2, Chlorophyta – 10, Euglenophyta – 2.

По состоянию на 2017 г. таксономический состав фитопланктона водохранилища Бугач увеличился на треть и насчитывал 35 видов из пяти отделов: Cyanobacteria – 8, Bacillariophyta – 5, Chlorophyta – 17, Euglenophyta – 4, Dinophyta – 1.

В 2018 г. произошло незначительное увеличение таксономического состава – 37 видов из пяти отделов: Cyanobacteria – 9, Bacillariophyta – 5 видов, Chlorophyta – 17, Euglenophyta – 4, Dinophyta – 2.

Показатели индекса Шеннона подтверждают увеличение видового богатства более чем в два раза за период 2014–2017 гг. (табл. 1), что связано со стабилизацией гидрологического режима.

По численности всегда преобладали нитчатые цианобактерии: в июле 2014 г. – вид *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagn. Et Kom., в июле 2017 г. – *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, в июле 2018 г. – *Oscillatoria limnetica* Lemm. По биомассе в 2014 и 2017 гг. также доминировали цианобактерии, а в 2018 г. по биомассе лидировал представитель отдела Euglenophyta – *Euglena proxima* Dang. (табл. 2).

* © Абрамова О.А., 2019

Таблица 1

**Качество воды водохранилища Бугач по фитопланктону
в июле 2014, 2017, 2018 гг.**

Станция	Индекс Шеннона	Сапробность	Качество воды
Июль 2018			
1	3,13 ± 0,12	1,38 ± 0,29	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
2	2,78 ± 0,08	1,41 ± 0,07	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
3	3,35 ± 0,03	1,52 ± 0,26	II класс, степень загрязненности вод «слабо загрязненная»
4	2,82 ± 0,10	1,42 ± 0,05	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
5	3,17 ± 0,08	1,57 ± 0,26	II класс, степень загрязненности вод «слабо загрязненная»
Июль 2017			
1	2,60 ± 0,02	1,31 ± 0,06	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
2	2,38 ± 0,02	1,61 ± 0,05	II класс, степень загрязненности вод «слабо загрязненная»
3	2,39 ± 0,10	1,86 ± 0,04	II класс, степень загрязненности вод «слабо загрязненная»
4	2,45 ± 0,05	1,48 ± 0,05	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
Июль 2014			
1	0,95 ± 0,18	0,08	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
2	1,41 ± 0,28	0,98 ± 0,05	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»
3	1,22 ± 0,10	0,19 ± 0,06	I класс, степень загрязненности вод «условно чистая»

Таблица 2

Доминирующие виды по численности и биомассе в июле 2014, 2017, 2018 гг.

Год	Станция	Доминирующие виды	
		по численности	по биомассе
2014	1	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom.	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom.
	2	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom. <i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom. <i>Chlamydomonas sp.</i>
	3	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom. <i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagn. et Kom.

Год	Станция	Доминирующие виды	
		По численности	По биомассе
2017	1	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs.
	2	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> (L.) Ralfs.	<i>Lyngbya sp.</i> Ag.
	3	<i>Coelosphaerium kuetsingianum</i> Nag.	<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.
	4	<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.
2018	1	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	<i>Euglena proxima</i> Dang.
	2	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	<i>Euglena proxima</i> Dang.
	3	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	<i>Euglena proxima</i> Dang.
	4	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	<i>Peridinium sp.</i>
	5	<i>Oscillatoria limnetica</i> Lemm.	<i>Peridinium sp.</i> <i>Euglena proxima</i> Dang.

Средние значения общей численности и биомассы от 2014 к 2017 г. значительно уменьшились. Если в июле 2014 г. численность изменялась в пределах 267,2–433,8 млн кл/л, а биомасса – 45,48–60,59 мг/л, то в июле 2017 г. значения общей численности варьировали в пределах 57,6–256,3 млн кл/л, а биомассы – 10,54–18,95 мг/л, в июле 2018 г. показатели возросли, численность варьировала в пределах 142,2–273,7 млн кл./л, а биомасса – 22,8–71,1 мг/л.

Качество вод водохранилища Бугач изменилось в сторону ухудшения. В 2014 г. на всех станциях водоема качество воды оценивалось I классом степени загрязнения «условно чистая» (табл. 1). В июле 2017 г. (2 и 3 станции) и в июле 2018 г. (3 и 5 станции) на ряде станций выявлен II класс качества вод со степенью загрязнения «слабо загрязненная» (табл. 1).

Список литературы

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах : фитопланктон и его продукция. Л., 1984. 32 с.

2. Охапкин А. Г., Юлова Г. А., Старцева Н. А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода) // Ботан. Журн. 2002, Т. 87, № 2. С. 78–88.

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИДОСТУПНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ
ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ВЫЖИВАЕМОСТИ *DAPHNIA MAGNA***

О.В. Бабичева*

Научный руководитель Т.Л. Шашкова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Техногенная нагрузка на все природные среды возрастает и это влечет за собой ряд последствий, которые в конечном итоге возвращаются человеку в виде снижения качества жизни, высокого уровня заболеваемости или даже смертности [1].

В законодательной базе Российской Федерации предусмотрено два вида водопользования – питьевого и рыбохозяйственного назначения. ПДК для данных типов водоемов будет различаться, однако таких мер регулирования может быть недостаточно. Водная среда неоднородна и изменчива по своему составу, невозможно сказать однозначно, какое воздействие будет оказывать поступивший в водоем поллютант. Одни из самых опасных загрязняющих веществ из поступающих в водные объекты – тяжелые металлы. Данные ксенобиотики не поддаются деструкции. Попадая в водоем, тяжелые металлы накапливаются в донных отложениях, в фитопланктоне и таким образом в результате процесса биомагнификации, по пищевым цепям в тысячекратном объеме поступают в организм человека [1–3]. Вопрос биодоступности тяжелых металлов в природных водах является одним из приоритетных направлений экологического мониторинга и экологического диагностирования. Помимо поступления и токсичности поллютанта для гидробионтов важное место в исследовании занимает процесс миграции и трансформации форм тяжелых металлов в водной среде, который обуславливает их биодоступность. В ряде исследований было отмечено, что главным агентом, связывающим тяжелые металлы, является растворенное органическое вещество [3, 4], содержание которого варьирует в зависимости от водного объекта и сезона года.

На базе Сибирского федерального университета в течение нескольких лет ведутся исследования биодоступности тяжелых металлов с использованием тест-объекта *Chlorella vulgaris*. Токсичность тяжелых металлов и механизмы их воздействия на различные группы организмов могут иметь отличия, поэтому актуальным является продолжение данных исследований с другими гидробионтами более высокого трофического уровня. Дафнии являются вторым звеном в трофической цепи, имеют короткий жизненный цикл и просты в культивации, следовательно, являются подходящим тест-организмом для этой цели [3, 5].

В связи с этим целью работы было исследование биодоступности тяжелых металлов в природных водах по показателю выживаемости дафний.

* © Бабичева О.В., 2019

Отбор проб осуществлялся в черте города Красноярска (в Железнодорожном районе на реке Каче и в районе Коммунального моста на реке Енисей) в соответствии с установленным стандартом для отбора проб воды ГОСТ Р 51593–2000. Перед началом процедуры биотестирования осуществлялось измерение электропроводности и рН пробы воды. Воды р. Енисей характеризуются как слабоминерализованные, относятся гидрокарбонатному кальциевому типу; р. Кача является небольшим притоком Енисея, в месте пробоотбора наблюдалось быстрое течение, что способствовало активному перемешиванию всей водной массы, тогда как на месте отбора проб из реки Енисей течение практически отсутствовало.

Определение биодоступности тяжелых металлов в пробах природной воды проводили с использованием методики биотестирования [5], которая основана на определении смертности дафний (*Daphnia magna* Straus). В качестве модельного токсиканта в пробы воды вносились различные концентрации тяжелых металлов в виде растворов солей сульфата меди и сульфата кадмия. Экспонирование проб воды с дафниями производилось согласно методике в устройствах для экспонирования рачков, размещенных в климатостате в течение 48 ч.

Предварительный анализ отобранных проб по физико-химическим характеристикам показал (таблица), что проба воды из р. Качи значительно отличалась по внешним параметрам, имела мутность и коричневый оттенок, что, вероятно, обусловлено высоким содержанием в ней растворенного органического вещества, а высокий показатель электропроводности говорит о содержании большего количества растворенных солей.

Таблица

Физико-химические характеристики проб воды

Проба воды	Электропроводность, микросименс/см	рН	Мутность (+/-)
Енисей	086	7,5	–
Кача	384	7,6	+
Культивационная вода	100	7,4	–

Для контроля чувствительности дафний к тяжелым металлам параллельно с тестированием природных вод были проведены эксперименты с культивационной водой. В качестве культивационной воды использовалась отстоянная водопроводная вода, которая также используется для культивирования рачков. По таким характеристикам, как электропроводность и рН, культивационная вода имеет сходство с пробой воды, отобранной из Енисея.

Результаты эксперимента показали, что ни один образец воды в исходном состоянии не оказывает токсического действия на тест-организм (рис. 1, 2). При добавлении тяжелых металлов их токсическое действие проявлялось по-разному. Так, при добавлении меди в пробу из р. Качи снижение выживаемости рачков более чем на 50 % было отмечено только в концентрации 0,12 мг/л, а в

пробе из р. Енисей его токсичность была выражена в большей степени, чем в культивационной воде (рис. 1). Ослабление токсического действия кадмия было одинаково выражено в обеих пробах природной воды (рис. 2).

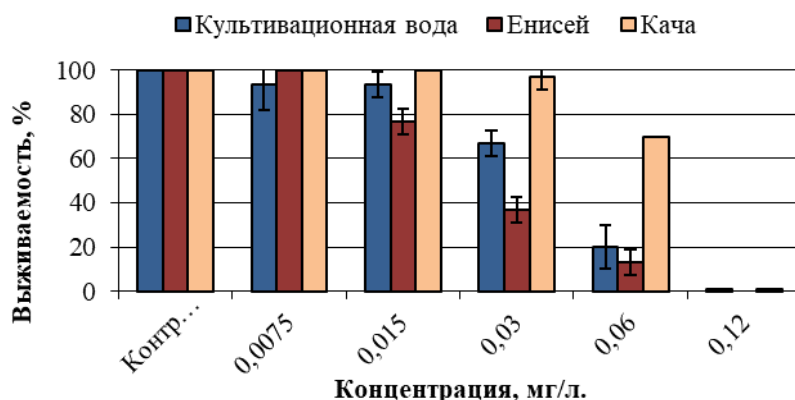


Рис. 1. Выживаемость тест-объекта *Daphnia magna* в условиях культивационной и природной воды, при внесении ионов меди

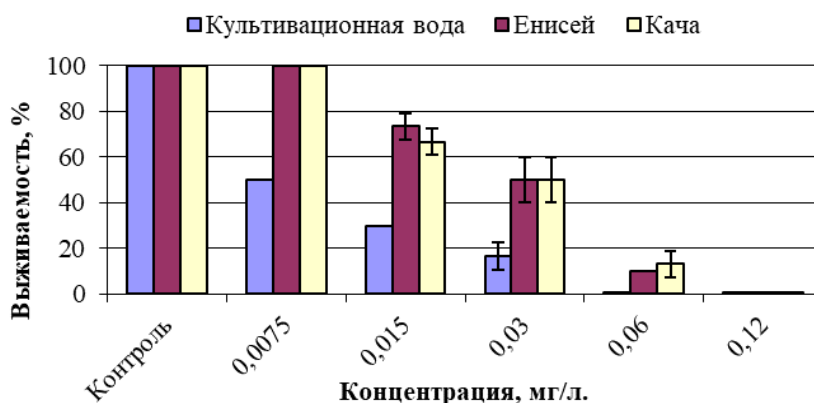


Рис. 2. Выживаемость тест-объекта *Daphnia magna* в условиях культивационной и природной воды, при внесении ионов кадмия

Можно предположить, что ионы меди вступают во взаимодействие с макромолекулами органического вещества природных вод и становятся менее доступными для организма дафнии, в то время как свободные ионы меди и кадмия в р. Енисей обладают высокой проникающей способностью.

Таким образом, вода из разных природных объектов может в разной степени модифицировать токсическое действие тяжелых металлов.

Список литературы

1. Папина Т. С. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода – взвешенное вещество – донные отложения речных экосистем // Экология. 2001. № 62. С. 1–57.
2. Верголяс М. Р., Гончарук В. В. Токсическое влияние тяжелых металлов на организм = Toxic effects of heavy metals on the hydrobionts' organism // Journal of Education, Health and Sport, 2016. N 6. P. 436–444 ; N 7. P. 444–452.

3. Бубнов А. Г., Буймова С. А. и др. Проблема биодоступности тяжелых металлов в экологическом мониторинге природных вод. 2007. С. 113.

4. Моисеенко Т. И. Формы нахождения металлов в природных водах в зависимости от их химического состава // Водные ресурсы : теоретический и науч.-практический журнал / Институт водных проблем РАН. 2011. Т. 40, № 4. С. 375–385.

5. Методика измерений количества *Daphniamagna* Straus для определения острой токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 Т 16.1:2:2.3:3.9-06 / Ю. С. Григорьев, Т. Л. Шашкова ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. 2014. С. 39.

АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ В ЛИСТЯХ ОСИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*POPULUS TREMULA*) В ПРОЦЕССЕ ОСЕННЕГО СТАРЕНИЯ

А.Ю. Баталова*

Научный руководитель Ю.А. Путинцева

Сибирский федеральный университет

Многие знакомы с таким биологическим процессом, как осенний листопад. Но что же кроется за этим необычайно важным для растений явлением? С развитием технологий секвенирования нового поколения появилась возможность проводить анализ экспрессии генов посредством транскриптомного анализа. Это исследование может дать нам ключ к пониманию фундаментальных молекулярных процессов, определяющих развитие растительного организма в период осеннего старения, что является одной из актуальных проблем современной биологии.

Целью работы является изучение на генетическом уровне закономерностей изменения физиологического состояния растения при подготовке к неблагоприятным условиям на примере осеннего листопада.

Работа основана на данных проекта GSE86960 базы NCBI.

Аннотирование транскриптомных данных производилось с учётом референсной геномной аннотации *Populus tremula* с помощью программного пакета «StringTie». Для анализа экспрессии генов были использованы следующие программы: «edgeR» (для попарного сравнения экспериментальных данных) и «magicPro» (для анализа экспрессии генов во времени). Определение наиболее представленных функциональных групп генов производилось с помощью «GSEA».

В результате исследования было идентифицировано 769 дифференциально экспрессируемых последовательностей с высокой достоверностью (уровень значимости 0,01). Из них 366 – с повышенной экспрессией, 403 – с пониженной экспрессией.

Исследуемые данные отчётливо разделяются на три основных кластера: до и после начала видимых проявлений осеннего листопада, а также кластер, соответствующий переходному этапу развития листьев *Populus tremula*. Даты начала листопада и подготовки к этому процессу, полученные теоретически, согласуются с данными, полученными в ходе многолетних практических наблюдений учёными из Швеции. Для каждого кластера были выявлены ключевые последовательности, отражающие физиологическое состояние растения в соответствующий период развития.

Таким образом, наше исследование может быть полезно для понимания молекулярных процессов, происходящих в листьях в ходе подготовки растения к неблагоприятным условиям – к зимнему периоду.

* © Баталова А.Ю., 2019

ОЦЕНКА РАБОТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ СЛЮНЫ У СПОРТСМЕНОВ В ПЕРИОД ИНТЕНСИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ МЕТОДОМ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ*

Е.А. Бирюкова^{1†}

Научный руководитель О.А. Коленчукова²
доктор биологических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера*

Физическая нагрузка является неотъемлемой частью нашей жизни. В движении здоровый человек проводит большую часть своей жизни. В повседневной жизни обычные люди несут равномерную бытовую нагрузку, к которой организм адаптирован с рождения. Но если человек начинает заниматься спортом и регулярно испытывает повышенные физические нагрузки, в организме запускаются процессы адаптации к ним [1].

В ходе физической активности в организме человека в большом количестве образуются активные формы кислорода (далее – АФК), которые негативно влияют на клетки, вызывая окислительные повреждения ДНК, окислительную денатурацию белков, а также повреждение липидных мембран клеток. Чем интенсивнее нагрузка, тем большее количество АФК образуется в организме [2].

Чтобы нейтрализовать данное воздействие, у человека функционирует система антиоксидантной защиты (далее – АОС), которая нейтрализует АФК различными методами [3].

Для быстрого, недорогого и безболезненного метода мониторинга работы АОС спортсменов был разработан хемилюминесцентный метод, в котором в качестве тест-объекта использовалась слюна.

Цель работы. Выявить и охарактеризовать различия в работе антиоксидантной системы слюны у футболистов, ориентировщиков и студентов до и после физической нагрузки.

Методы исследования. В эксперименте участвовали спортсмены (футболисты и ориентировщики, интенсивная нагрузка в течение 90 минут) и студенты (стандартные занятия физкультурой длительностью около 45 минут). Возраст: от 19 до 30 лет. Исследуемый материал – слюна, собиралась путем прямого сплевывания в пробирку. Забор слюны производили два раза: проба отбиралась до и после тренировки в течение 5 дней. Студенты выполняли общую тренировку, которая включает аэробную и анаэробную нагрузку. У спортсменов обеих групп тренировка проходила интенсивнее и в основном состояла из анаэробной нагрузки.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Красноярского краевого фонда науки в соответствии с исследовательским проектом «Разработка экспрессного интегрального метода оценки функционального состояния спортсмена с целью эффективного управления тренировочным процессом для достижения высокого спортивного результата».

† © Бирюкова Е.А., 2019

Антиоксидантный статус оценивали по методу H_2O_2 -люминолзависимой хемилюминесценции. Хемилюминесцентное исследование проводили с использованием планшетного люменометра TriStar LB 941 (Berthold) по следующей методике: 200 мкл слюны вводили в планшет, далее добавляли по 25 мкл люминола и вводили планшет в прибор. Прибор фиксировал фоновое свечение, через 16 секунд автоматически впрыскивал 25 мкл 3 % H_2O_2 . Измерение проходило в течение 5 мин, в ходе чего получали график динамики свечения проб. Эксперимент проводился при комнатной температуре. В ходе исследования были проанализированы следующие параметры свечения: I_{max} – максимальное свечение после добавления свободных радикалов в систему; S – светосумма (S) оценивали по площади фигуры под графиком; U – скорость снижения вспышки за 60 с.

Статистический анализ данных производили в программе Statistica 10. Достоверность различия средних величин результатов исследования оценивали по U-критерию Манна – Уитни. Обработку данных проводили с помощью подсчета медианы и интервального разброса (C_{25} - C_{75} процентиля).

Результаты исследования. Результаты эксперимента показали, что характер работы АОС схож у студентов и спортсменов (ориентирование) (рис. 1). Как правило, интенсивность работы АОС возрастает после тренировки.

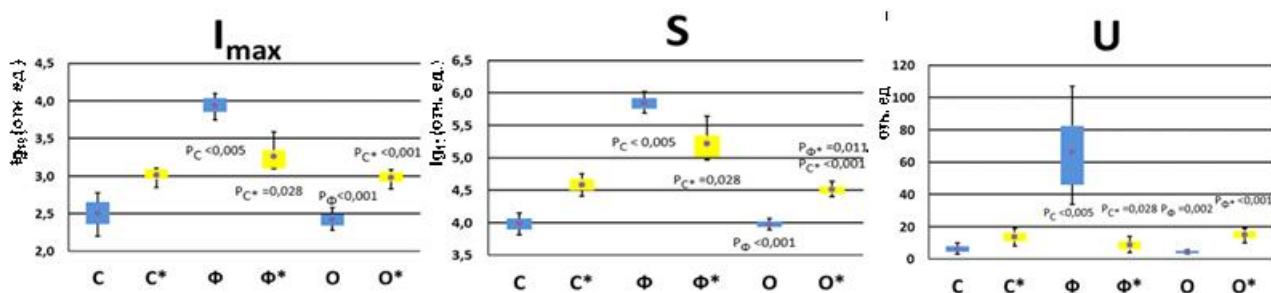


Рис. 1. Показатели антиоксидантного статуса студентов и спортсменов в зависимости от вида спорта: С-показатели студентов до физ. нагрузки, С*-после, Ф-показатели спортсменов (футбол) до нагрузки, Ф*-после, О – показатели спортсменов (ориентирование) до нагрузки, О* – после

Совершенно другую реакцию можно увидеть у футболистов – до тренировки показатели много выше, а после падает до уровня «после» студентов и ориентировщиков.

Исключение составляет лишь интенсивность начального свечения. Интенсивность до тренировки у всех трех групп находится на одном уровне, но после у спортсменов этот параметр намного больше. Данные результаты могут отражать адаптацию АОС к более интенсивному по нагрузкам спорту – футболу. Параметры хемилюминесцентной кривой у студентов и спортсменов до нагрузки достоверно не различаются (рис. 2). После нагрузки можно заметить достоверное различие по всем тем показателям у студентов относительно обеих групп спортсменов. Относительно первой группы спортсменов у студентов све-

тосумма и максимальное свечение ниже, скорость снижения вспышки выше. Относительно второй группы спортсменов у студентов интенсивность максимального свечения выше, а светосумма и скорость снижения вспышки ниже. На основании полученных данных можно предположить, что после тренировки в организме профессиональных спортсменов усиливается работа АОС, которая не позволяет вырабатываться большому количеству АФК.

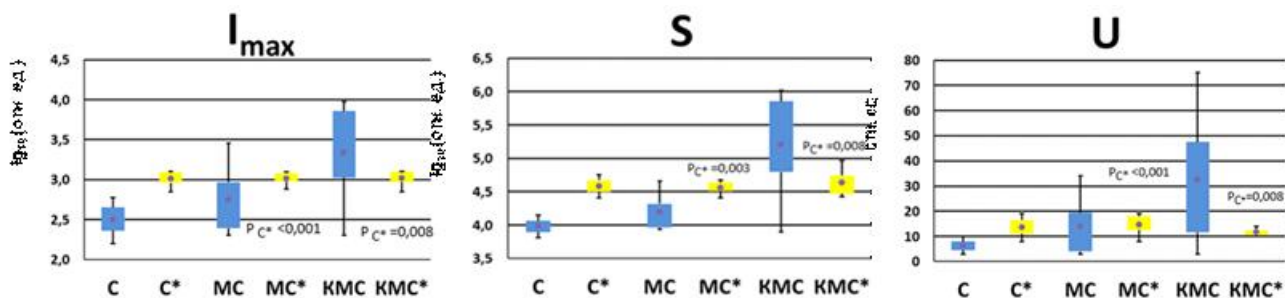


Рис. 2. Показатели антиоксидантного статуса студентов и спортсменов в зависимости от разряда: С-показатели студентов до физ. нагрузки, С*-после, МС-показатели мастеров спорта до нагрузки, МС*-после, КМС – показатели кандидатов в МС до нагрузки, КМС*-после

Выводы. Показана возможность применимости метода H_2O_2 -люминолзависимой хемилюминесценции для оценки антиоксидантного статуса человека во время физических нагрузок.

Результаты исследования показывают адаптивные изменения метаболической активности антиоксидантной системы в зависимости от вида спорта, квалификации спортсмена, длительности и типа физической нагрузки. При занятии интенсивными нагрузками после третьего дня происходит угнетение работы АОС. Различия обнаруживаются в разнонаправленных реакциях интенсивности свечения, площади и скорости снижения хемилюминесцентной кривой.

Список литературы

1. Михайлов С. С. Спортивная биохимия. М. : Советский спорт, 2013. 348 с.
2. Базарин К. П. Динамические изменения активности ферментов системы антиоксидантной защиты в плазме крови у профессиональных регбистов // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2014. № 3. С. 9–13.
3. Владимиров Ю. А. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция // Успехи биологической химии. 2009. С. 341–388.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ
КОМАРОВ-ЗВОНЦОВ (CHIRONOMIDAE, DIPTERA)
НА СУШЕ ПРИ ВЫЛЕТЕ ИМАГО ИЗ СОЛЕНОГО ОЗЕРА ШИРА**

И.А. Витковская¹, Е.В. Борисова², Н.Н. Сущик^{1,2*}

Научный руководитель Н.Н. Сущик^{1,2}
доктор биологических наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт биофизики СО РАН*

В настоящее время вылет имаго амфибионтных насекомых из водоёмов является одним из ключевых векторов переноса «субсидий» водной продукции в наземные экосистемы [1]. Комары-звонцы представляют собой один из наиболее распространенных таксонов амфибионтных насекомых, обитающих в широком спектре климатических и экологических условий [2]. Вылетающие имаго хирономид повсеместно включаются в состав трофических цепей прилегающих наземных экосистем, нередко определяя миграции, размножение, а также пространственную структуру популяций наземных животных [3, 4, 5]. Наряду с общим потоком органического углерода имаго вылетающих насекомых выносят на сушу длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) омега-3, которые синтезируются преимущественно в водных экосистемах [6]. Таким образом, распространение амфибионтных насекомых по территории суши представляется важным для оценки их роли в наземных трофических цепях.

Нами исследовано распределение биомассы имаго комаров-звонцов на суше при вылете из соленого степного оз. Ши́ра. В результате учетов имаго хирономид, попавших в липкие наземные ловушки, установлено, что в пределах 25 м и 100 м от береговой линии озера концентрируется 50 и 95 % вылетевших особей родов *Glyptotendipes* и *Polypedilum*. Были рассчитаны площади соответствующих наземных территорий и, с учетом дополнительных данных, выполнены количественные расчеты потоков биомассы хирономид и незаменимых ПНЖК на единицу площади. 100-метровая прибрежная полоса, где оставалось 95 % имаго хирономид, получала в год $0,7 \text{ г сухой массы} \cdot \text{м}^{-2}$ и $7,2 \text{ мг ПНЖК} \cdot \text{м}^{-2}$. В свою очередь, для 25-метровой прибрежной территории, где концентрировалось 50 % вылетевших особей, потоки составляли $1,5 \text{ г сухой массы} \cdot \text{м}^{-2}$ и $15 \text{ мг ПНЖК} \cdot \text{м}^{-2}$ в год.

Сравнение с выполненной ранее глобальной оценкой показало, что оз. Ши́ра является малопродуктивным по сравнению с пресными водоемами лесной зоны. Тем не менее расчетная величина экспорта ПНЖК на единицу площади наземной территории, окружающей озеро, достигает значений, сопоставимых с более продуктивными лесными ландшафтами. Таким образом, вылет имаго хирономид может стимулировать наземных консументов данного ланд-

* © Витковская И.А., Борисова Е.В., Сущик Н.Н., 2019

шафта к питанию в прибрежной полосе для получения необходимых доз незаменимых биохимических веществ с пищей водного происхождения.

Список литературы

1. Richardson J. S., Zhang Y., Marczak L. B. Resource subsidies across the land–freshwater interface and responses in recipient communities // *River Research and Applications*. 2010. Vol. 26. P. 55–66.

2. Coler B. G., Kondratieff B. C. Emergence of Chironomidae (Diptera) from a delta-swamp receiving thermal effluent // *Hydrobiologia*. 1989. Vol. 174. P. 67–77.

3. Nakano S., Murakami M. Reciprocal subsidies: Dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 2001. Vol. 98. P. 166–170.

4. Paetzold A., Tockner K. Riparian arthropod predation affects biomass and abundance of aquatic insect emergence // *Journal of North American Benthological Society*. 2005. Vol. 24. P. 395–402.

5. Gratton C., Donaldson J., Vander Zanden M. J. Ecosystem linkages between lakes and the surrounding terrestrial landscape in Northeast Iceland // *Ecosystems*. 2008. Vol. 11. P. 764–774.

6. Gladyshev M. I., Sushchik N. N., Makhutova O. N. Production of EPA and DHA in aquatic ecosystems and their transfer to the land // *Prostaglandins and Other Lipid Mediators*. 2013. Vol. 107. P. 117–126.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТКАНЕСПЕЦИФИЧНОСТИ В ТОТАЛЬНОМ ТРАНСКРИПТОМЕ ЛИСТВЕННОСТИ СИБИРСКОЙ С ПОМОЩЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВНОЙ ЭНТРОПИИ

Т.А. Гусева*

Научный руководитель М.Г. Садовский
доктор физико-математических, профессор
Сибирский федеральный университет

Транскриптом является важным объектом во многих биоинформатических исследованиях. Дифференциальная экспрессия важна при изучении различных физиологических процессов, протекающих в организме, и может многое рассказать исследователю о некоторых особенностях функционирования биохимических и генетических сетей [1].

Цель данного исследования – изучение тотального транскриптома, его структуры и дифференциальной экспрессии генов различных тканей лиственницы сибирской. Основной задачей было подтвердить гипотезу о распределении тканеспецифичных контигов по кластерам тотального транскриптома, используя величину условной энтропии.

Последовательности контигов транскриптома были конвертированы в таблицы частотных словарей [2], которые затем были визуализированы с помощью метода упругих карт [3, 4] и кластеризованы методом динамических ядер. Для тотального транскриптома была подсчитана энтропия распределения ридов отдельных тканей по его контигам для определения тканеспецифичности. Более того, была проверена гипотеза о том, что кластеры, полученные в результате деления методом k-средних, соответствуют тканеспецифичным контигам, полученным при сборке данных секвенирования проростка, камбия, хвои и побега 1-го года.

Для дифференциации контигов тотального транскриптома по тканям была рассчитана и использована величина условной энтропии. Вначале на каждый контиг выравнивались риды от каждой ткани, на выходе была получена таблица с информацией о числе выровнявшихся ридов каждой ткани для каждого контига. Полученные абсолютные значения были преобразованы в частоты ридов различных тканей $g_j^i = \frac{N_{ij}}{N_{contig}}$, где i – номер контига, а j – ткань, N_{ij} – количество ридов для данного контига данной ткани, N_{contig} – общее количество ридов для данного контига. Были также подсчитаны общие частоты $f_i = \frac{N_i}{N}$, где i – ткань, N_i – общее количество ридов данной ткани, N – общее число ридов, выравнявшихся на контиги тотального транскриптома.

Условная энтропия определяется по формуле: $\bar{S} = \sum_{i=1}^4 g_j^i * \ln \left(\frac{g_j^i}{f_i} \right)$.

* © Гусева Т.А., 2019

Визуализация тотального транскриптома (путем преобразования контигов в частотные словари двух типов) [3] позволила выявить некую структурированность в нем. Тканеспецифичные контиги были специально отмечены в изучаемой выборке из 6654 последовательностей тотального транскриптома. Данные повторно визуализировались в программе VidaExpert, результаты представлены на рис. 1 и 2.

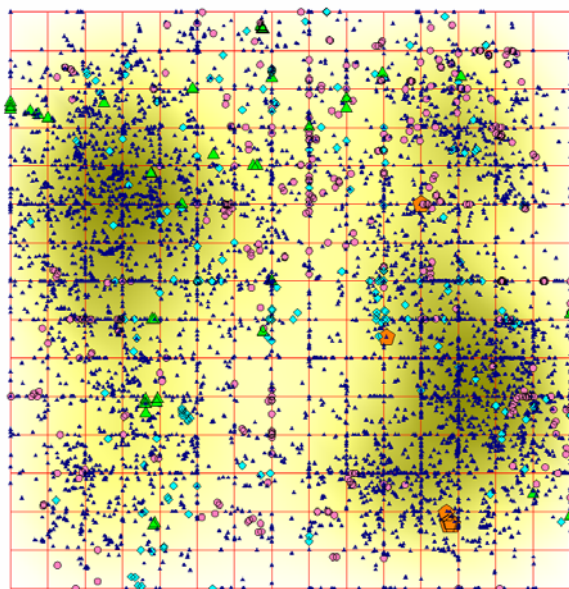


Рис. 1. Распределение тканеспецифичных контигов (частотный словарь типа 1)

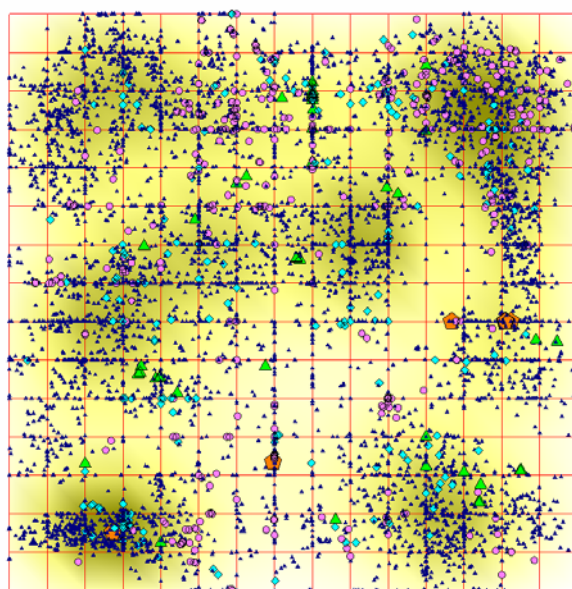


Рис. 2. Распределение тканеспецифичных контигов (частотный словарь типа 2)

На основе полученных результатов сложно сделать вывод о том, что тканеспецифичные контиги разных тканей не группируются в кластеры [5] по тканевой специфичности. Результаты данной работы могут быть использованы для

исключения химерных контигов из множества контигов тотального транскрипта путем оценки условной энтропии наиболее тканеспецифичных контигов, химерные контиги могут ухудшить качество исследования, создавая ряд проблем, например, в оценке дифференциальной экспрессии.

Список литературы

1. Bozdech Z. et al. The transcriptome of the intraerythrocytic developmental cycle of *Plasmodium falciparum* // PLoS biology. 2003. Т. 1. №. 1. С. e5.
2. Gorban A. N., Popova T. G., Sadovsky M. G., Wunsch D. C. Information content of the frequency dictionaries, reconstruction, transformation and classification of dictionaries and genetic texts // Smart Engineering System Design. 2001. 11. Pp. 657–663;
3. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Principal Manifolds for Data Visualization and Dimension Reduction // Springer. – 2007;
4. Зиновьев А. Ю. Метод упругих карт для визуализации данных: алгоритмы, программное обеспечение и приложения в биоинформатике : автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.11 / Зиновьев Андрей Юрьевич. Красноярск, 2001. 27 с.
5. Fukunaga K. Introduction to statistical pattern recognition. Elsevier, 2013.

ФОТОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФЛАВИНМОНОНУКЛЕОТИДА В СРЕДАХ С ВЫСОКИМ ЗНАЧЕНИЕМ ИСКЛЮЧЕННОГО ОБЪЕМА

О.В. Искорнева*

Научный руководитель Е.В. Немцева
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Флавиномононуклеотид (FMN) – широко распространенная биологически важная молекула, аналог витамина B₂, кофактор и субстрат многих ферментов. В частности, FMN играет важную роль в биоломинесцентной реакции светящихся бактерий: в восстановленной форме он является субстратом бактериальной люциферазы. Биоломинесцентная реакция бактерий используется как в биотехнологических целях, так и в фундаментальных исследованиях в качестве модельного ферментативного процесса, в частности, для изучения влияния внутриклеточных условий на метаболические пути [1]. Для понимания механизмов протекания данной реакции в модельных средах с полимерами требуется изучить взаимодействие FMN с компонентами сред.

Цель данной работы – определить механизмы взаимодействия FMN с полимерами, применяемыми для моделирования исключенного объема среды.

Фотофизические характеристики FMN были проанализированы в растворах с полиэтиленгликолем (PEG), декстраном и фиколлом методами флуоресцентной и абсорбционной спектроскопии. Спектры поглощения регистрировали в диапазоне 200–600 нм на спектрофотометре Cary 5000 (Agilent Technologies). Спектры флуоресценции регистрировали при возбуждении 450 нм с помощью спектрометра Fluorolog 3 (Horiba, Jobin Yvon). Измерения проводили в кювете с сечением 10 × 10 мм при 20 °С. Коэффициенты преломления сред определяли с помощью рефрактометра ИРФ-454Б2М (КОМЗ). Вязкость сред и их диэлектрическую постоянную оценивали методом флуоресцентного зондирования с помощью молекулярного ротора CCVJ [2] и красителя PRODAN [3].

На первом этапе исследования для модельных сред были определены физико-химические характеристики, способные оказать влияние на фотофизические свойства FMN. Было установлено, что при равном содержании полимера в растворе среды с фиколлом отличаются более высокой вязкостью и пониженной поляризуемостью по сравнению со всеми остальными.

Было обнаружено, что в средах с декстраном и PEG полоса спектра поглощения FMN с максимумом при 375 нм сдвигается в коротковолновую область (рис. 1, а). Это может свидетельствовать об изменении числа водородных связей, образующихся между молекулами среды и атомами N₁ и N₅ изоаллоксазинового кольца FMN [4]. Спектры флуоресценции FMN в растворах с фикол-

* © Искорнева О.В., 2019

лом и декстраном не изменяют формы и положения максимума относительно флуоресценции FMN в буфере. В то же время в растворах с полиэтиленгликолем наблюдается сдвиг спектра на 1 нм в коротковолновую область (рис. 1, б).

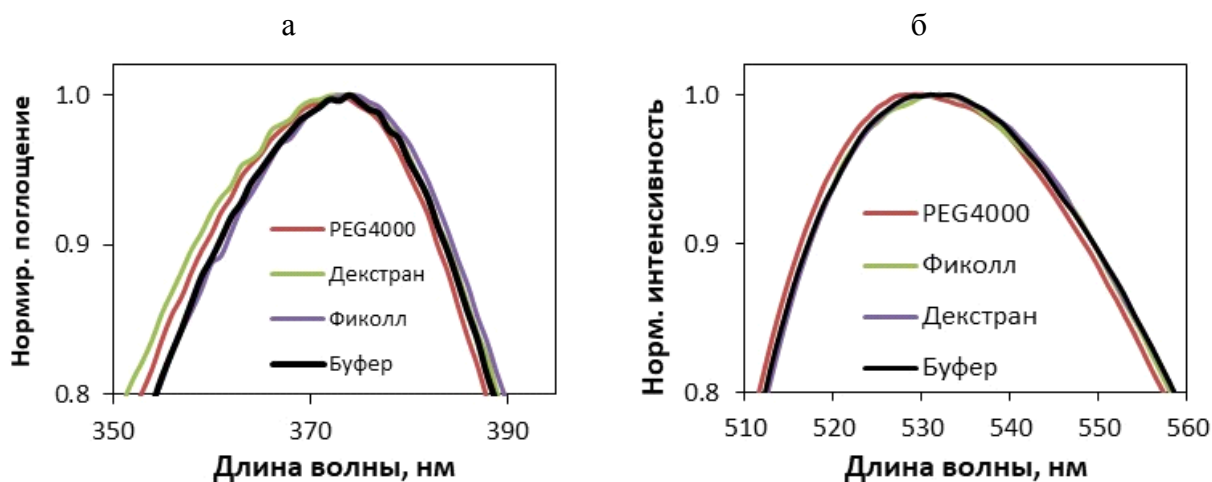


Рис. 1. Спектры поглощения (а) и флуоресценции (б) FMN в буфере и растворах с 15 % полиэтиленгликоля, декстрана и фикола

Также была исследована способность FMN к фотовосстановлению в модельных средах. Измеряли спектры поглощения FMN в растворах полиэтиленгликоля разной молекулярной массы (600, 4000 и 8000 Да) до освещения светодиодом с максимумом испускания 445 нм (рис. 2, а), после освещения в течение 5 минут (рис. 2, б) и после последующего перемешивания с целью обратного окисления восстановленного FMN (рис. 2, в). Было установлено, что спектр поглощения FMN в буфере возвращает свою исходную структуру после обратного окисления, в то время как в средах с PEG этого не происходит (рис. 2, в). Зависимости степени фотодеградаци FMN от молекулярной массы полиэтиленгликоля выявлено не было.

Обратимость фотовосстановления FMN было исследована и в растворах с фикоаллом и декстраном. Было установлено, что в этих средах восстановление FMN происходит обратимо, как и в буферном растворе.

Из полученных результатов следует, что метод фотовосстановления флавина не пригоден для исследования кинетики биолюминесцентной реакции в средах с полиэтиленгликолем.

В результате исследования были сделаны следующие выводы:

- сдвиг спектров поглощения и флуоресценции FMN в модельных средах обусловлен, главным образом, специфическими взаимодействиями компонентов сред с флуорофором, а не общими эффектами полярности и вязкости среды;
- присутствие полиэтиленгликоля, в отличие от других полимеров, способствует фотодеградаци FMN.

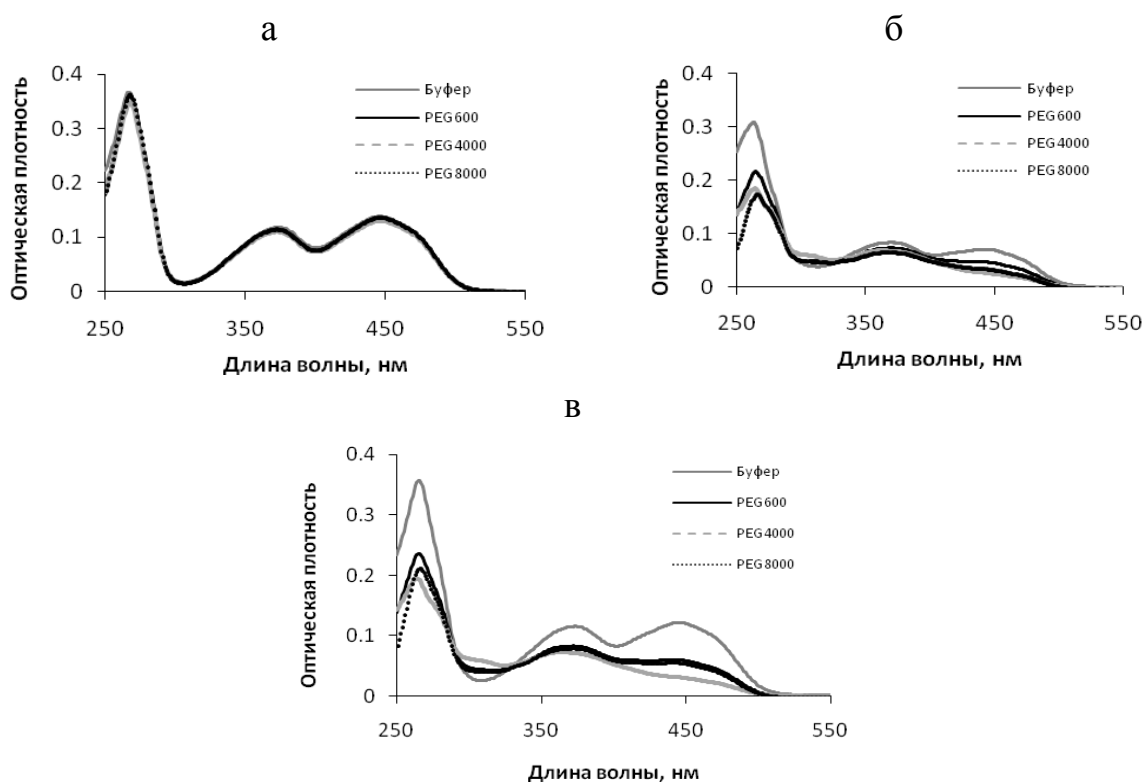


Рис. 2. Спектры поглощения FMN в растворах с 15 % PEG различной молекулярной массы до освещения диодом (а), после 5-минутного освещения диодом (б) и после перемешивания (в)

Изменение структуры водородных связей FMN с растворителем может привести к изменению его конформации в растворе и, как следствие, повлиять на реакционную способность флавина в биохимических процессах.

Список литературы

1. Sutormin O. S. et al. Effect of viscosity on efficiency of enzyme catalysis of bacterial luciferase coupled with lactate dehydrogenase and NAD (P) H: FMN-Oxidoreductase //Molecular Catalysis. 2018. Т. 458. С. 60–66.
2. Rumble C., Rich K., Gang He, Maroncelli M. CCVJ Is Not a Simple Rotor Probe // The journal of physical chemistry. 2012. № 116. С. 10786–10792.
3. Parkson Lee-Gau Chong, Sarah Capes, Patrick T. T. Wongs, Effects of Hydrostatic Pressure on the Location of PRODAN in Lipid Bilayers: A FT-IR Study // Biochemistry. 1989. № 28. С. 8358–8363.
4. Eweg, J. K., F. Muller, A. J. Visser, C. Veeger, D. Bebelaar, J. D. van Voorst (1979) Molecular luminescence of some isoalloxazines in apolar solvents at various temperatures// Photochem. Photobiol. 30(4), С. 463–471.

ВЫЯВЛЕНИЕ СТАДИЙ РАЗВОРАЧИВАНИЯ КАРБОКСИАНГИДРАЗЫ Б: СОЧЕТАНИЕ МЕТОДОВ ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ И НАПРАВЛЕННОГО МУТАГЕНЕЗА

Н.Е. Карузина, Л.А. Суковатый*

Научный руководитель Е.В. Немцева
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Определение стадий сворачивания/разворачивания белковых макромолекул, стабильности образующихся интермедиатов, условий изменения пути сворачивания белков является актуальной проблемой современной биофизики. В настоящее время не существует универсальных методов предсказать особенности пути сворачивания белка, опираясь только на его пространственную структуру. Между тем сбой в процессе укладки белка может стать причиной патологических состояний живых организмов. Данное исследование направлено на развитие эффективных экспериментальных методов для определения стадийности сворачивания/разворачивания белков.

Целью работы являлась оценка влияния мутаций (одиночных и двойных замен), введённых в отдельные элементы структуры карбоксиангидразы Б, на путь разворачивания этого белка с помощью метода времязрешенной спектроскопии.

Объектами исследования являлись белок карбоксиангидраза Б дикого типа (WT) и мутантные формы с одиночной заменой (L139A, L78A, I208A) и введенным дисульфидным мостиком (A53C/A76C, A154C/S181C, D188C/K211C), полученные в группе спектроскопии белка Института белка РАН (г. Пущино). Белки инкубировали в растворах мочевины (0–8,5 М) в течение не менее 20 ч при комнатной температуре, после чего проводили измерения оптических характеристик. Спектры поглощения были измерены с помощью спектрофотометра Cary 5000 (Agilent Technologies). Для регистрации флуоресценции белка при стационарном и импульсном возбуждении использовали спектрометр Fluorolog-3 (Horiba, JobinYvon), оснащенный модулем для измерения спада интенсивности флуоресценции методом счета фотонов с временной корреляцией. Измерения проводили в диапазоне 305–419 нм при длине волны возбуждения 296 нм. Времена жизни выделяли с помощью метода деконволюции [1], для восстановления формы возбуждающего сигнала использовали высококоллоидное соединение Ludox. Все измерения проводили при фиксированной температуре 20 °С. Спектры флуоресценции были откорректированы с учетом эффекта внутреннего фильтра и фона растворителя. Наборы кривых спада флуоресценции каждого образца были проанализированы методами глобального анализа [2]. Пространственная структура му-

* © Карузина Н.Е., Суковатый Л.А., 2019

тантных форм белка в нативном состоянии была промоделирована методом молекулярной динамики.

Для каждого белка были получены три времени жизни триптофановой флуоресценции: $\tau_1 = 1\text{--}2$ нс, $\tau_2 = 4,9\text{--}5,5$ нс, $\tau_3 < 0,3$ нс. Кривые перехода, построенные по τ_1 и τ_2 , демонстрируют два различных перехода белка (рис. 1, А, В), согласующихся с результатами кинетических измерений, полученных в Институте белка РАН.

Значения середины переходов, найденные по различным параметрам (I_{320}/I_{360} , τ_1 , τ_2), представлены в таблице. Сравнение значений показывает, что двойные мутации A53C/A76C, A154C/S181C, стабилизируют карбоксиангидразу Б, в то время как все остальные мутации, напротив, дестабилизируют белок.

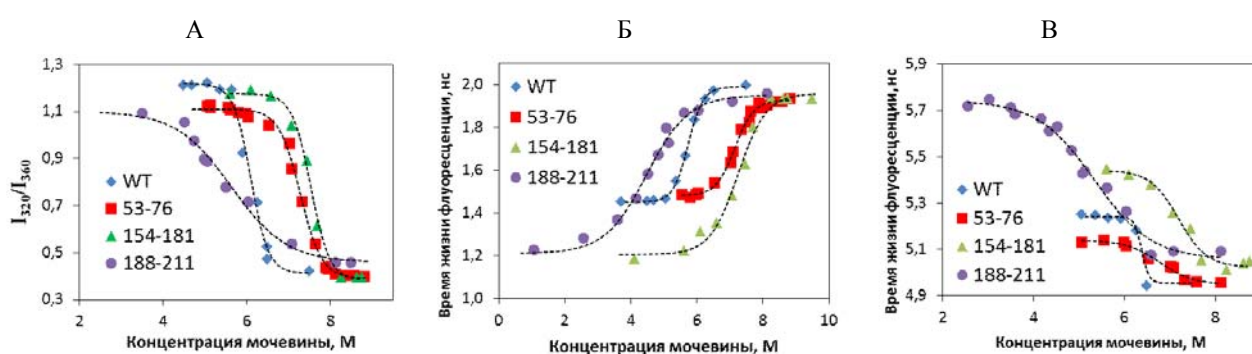


Рис. 1. Зависимость параметров флуоресценции ВСАII, дикого типа и мутантных форм с введёнными дисульфидными связями, от концентрации мочевины: I_{320}/I_{360} (А), τ_1 (Б), τ_2 (В)

Таблица

Средины перехода ВСАII в растворах мочевины, найденные по различным параметрам

Белок	Середина перехода, М		
	I_{320}/I_{360}	τ_1	τ_2
WT	$6,10 \pm 0,04$	$5,73 \pm 0,01$	$6,38 \pm 0,07$
A53C/A76C	$7,28 \pm 0,02$	$7,15 \pm 0,03$	$6,78 \pm 0,10$
A154C/S181C	$7,53 \pm 0,03$	$7,24 \pm 0,06$	$7,19 \pm 0,09$
D188C/K211C	$5,64 \pm 0,05$	$4,48 \pm 0,07$	$5,37 \pm 0,10$

Также в работе были получены времена жизни свободного триптофана в растворах мочевины. С ростом концентрации мочевины время жизни свободного триптофана увеличивается с 2,8 нс до 3,3 нс, что проявляется на кривых перехода белка при концентрации от 0–4 М и >8 М мочевины.

Методами молекулярного моделирования было проанализировано локальное окружение триптофановых остатков в составе белков на расстоянии 5 Å от индольного кольца. Получено, что в нативном состоянии триптофаны

ВСАII имеют идентичное окружение, что и в карбоксиангидразе Б человека (НСАII). Это позволяет утверждать, что из семи триптофановых остатков вклад в флуоресценцию белка вносят лишь два: Trp96 и Trp243 [3]. Также была проведена оценка расстояния от $C_{\epsilon 3}$ атома каждого триптофанового остатка до атома углерода основной цепи белка (рис. 2).

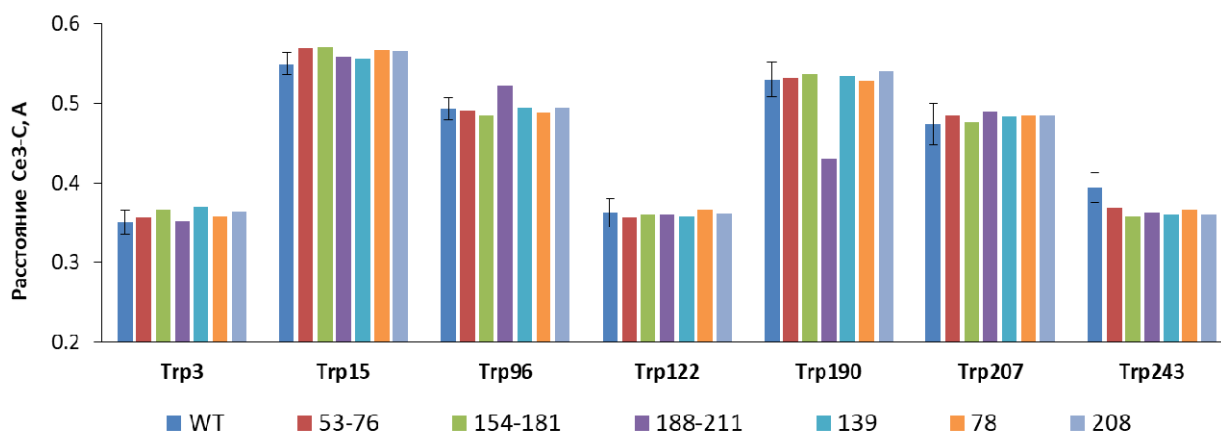


Рис. 2. Расстояние боковых групп Trp (атома $C_{\epsilon 3}$) от основной цепи белка (C карбоксильной группы) для ВСАII дикого типа и мутантных форм

Полученные данные говорят о том, что триптофановые остатки в ВСАII дикого типа и мутантных формах разделяются на две группы: первая с расстоянием примерно 3,6–3,9 Å, вторая – больше 4,9 Å. Данный факт должен оказывать влияние на формирование сигнала времяразрешённой флуоресценции исследованного белка, поскольку известно, что одним из механизмов тушения флуоресценции триптофана является перенос электрона в возбуждённом состоянии с $C_{\epsilon 3}$ атома индольного кольца.

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1. Двойные мутации ВСАII с введением дисульфидного мостика, закрепляющего β -шпильку 1 или $\alpha\beta$ -шпильку, стабилизируют структуру белка и изменяют путь его разворачивания (наблюдается 1 стадия).

2. Наибольшее дестабилизирующее действие на структуру ВСАII оказывает замена L208A на β -шпильке 2, что говорит о важности этого элемента для стабильности белка.

3. Изменение компонент времени жизни флуоресценции ВСАII ($\tau_1=1-2$ нс и $\tau_2=4,9-5,5$ нс) с ростом концентрации мочевины позволяет зарегистрировать два структурных перехода белка методом равновесной денатурации.

Список литературы

1. Ameloot M., Hendrickx H. Extension of the performance of Laplace deconvolution in the analysis of fluorescence decay curves // Biophys. J. 1983. № 44 (1). P. 27–34.

2. Knutson J. R., Beechem J. M., Brand L. Simultaneous analysis of multiple fluorescence decay curves: A global approach // Chem. Phys. Lett. 1983. № 102 (6). P. 501–507.

3. Lars-Goran Martensson, Per-Ola Freskgard. Contribution of Individual Tryptophan Residues to the Fluorescence Spectrum of Native and Denatured Forms of Human Carbonic Anhydrase II // Biochemistry. 1995. № 34. C. 1011–1021.

ФОТОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПИГМЕНТОВ КОРЫ И ПАРЕНХИМЫ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ФОРМ ДО И ПОСЛЕ НАЧАЛА ПЕРИОДА ВЕГЕТАЦИИ

Т.Ю. Китаева *

Научный руководитель Н.А. Гаевский
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Фотохимические реакции у деревьев и кустарников средней полосы России в период, когда вынужденный покой сменяется активной вегетацией, запускаются в условиях положительных дневных температур и достаточного светового обеспечения. В это время, до окончательного формирования листовой площади их ассимилирующей поверхности быстро возрастает и основным фотосинтезирующим органом на период вегетации становится лист. Вопрос об изменении функциональной активности хлорофиллсодержащих тканей побега в этих условиях требует дальнейшего анализа. Целью исследования было сравнить фотохимическую активность внелистовых хлорофиллсодержащих тканей коры и паренхимы в начале и середине периода вегетации.

Объектами исследования служили молодые (не старше 5 лет) побеги сирени *Syringa josikaea* Jacq. Fil. и березы *Betula pendula* Roth., произрастающие на территории Академгородка (г. Красноярск). Свежесрезанные побеги указанных видов собрали в марте и июле 2017 г. Ранее было показано, что ткани стебля молодых (до 6 лет) побегов получают достаточно света для осуществления фотосинтеза [2]. При помощи модулирующего импульсного флуориметра Junior-RAM (Heinz Walz GmbH, Германия) были измерены максимальная флуоресценция тканей побега и эффективный квантовый выход ФСП в коре и хлорофиллоносной паренхиме. Параметры флуоресценции рассчитывали, используя программное обеспечение WinControl-3.

Как следует из полученных данных (рис. 1, 2), динамики изменений величин максимальной флуоресценции и эффективного квантового выхода ФСП не совпадают друг с другом. Интенсивность флуоресценции (относительные единицы) в коре березы менялась в диапазоне 342,7–85,6 весной и 74,2–280,4 летом, а в коре сирени 495,4–165,4 весной и 103,0–443,8 летом. Интенсивность флуоресценции в паренхиме березы изменялась в диапазоне от 688,0 до 179,6 весной и от 95,2 до 516,4 летом. Ткани сирени флуоресцировали в диапазоне от 357,6 до 193,8 весной и от 108,8 до 1193,4 летом. Минимальные значения в коре и паренхиме березы, а также коре сирени наблюдали 20 июля, паренхиме сирени – 18 июля. Максимальные значения флуоресценции были зафиксированы 13 марта в тканях березы и коре сирени, и 26 июля в паренхиме сирени. Относи-

* © Китаева Т.Ю., 2019

тельно высокие значения максимальной флуоресценции в середине марта постепенно снижаются к концу месяца и у сирени, и у березы. Близкие к ним значения в июле плавно увеличиваются к концу месяца. Характерно наличие видовой специфики, которая проявляется в различиях по отношению друг к другу динамики сирени и березы. Различия между корой и паренхимой сильнее, когда интенсивность флуоресценции высока. Обычно флуоресценция паренхимы интенсивнее, чем в коре (за исключением среза сирени 13.03 и низких показателей, при которых различия недостоверны).

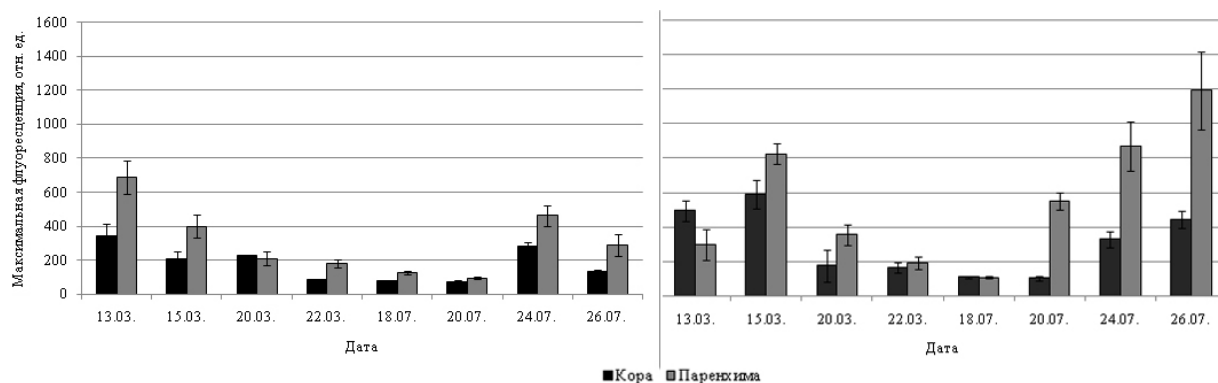


Рис. 1. Динамика максимальной интенсивности флуоресценции в стеблях березы (слева) и сирени (справа) в весенне-летний период

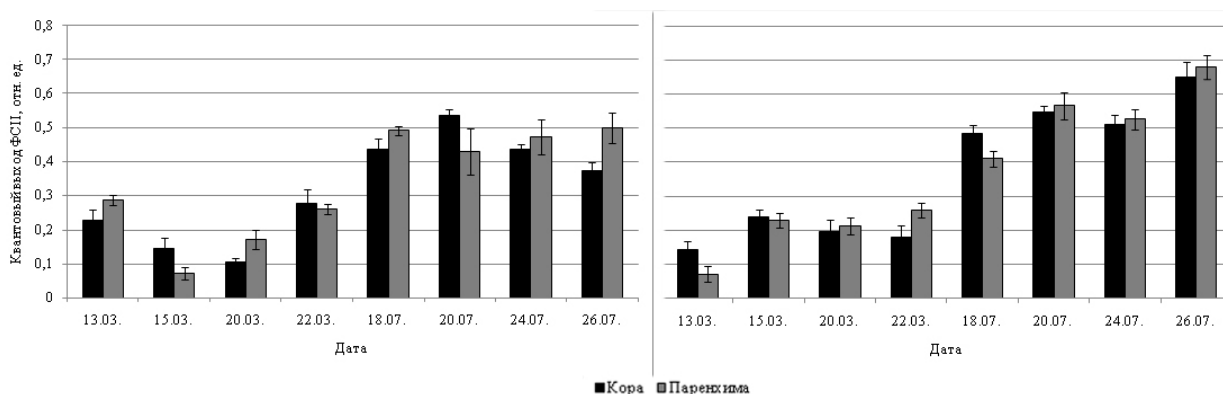


Рис. 2. Динамика эффективного квантового выхода ФСП в стеблях березы (слева) и сирени (справа) в весенне-летний период

Эффективный квантовый выход ФСП в коре березы менялся в диапазоне от 0,11 относительных единиц до 0,28 весной, от 0,42 до 0,53 летом. У сирени диапазон составил 0,14–0,24 весной и 0,49–0,65 летом. Данные по паренхиме у березы варьировали от 0,07 до 0,29 весной и от 0,43 до 0,50 летом. Значения квантового выхода ФСП в паренхиме сирени охватывали диапазон 0,07–0,26 весной и 0,41–0,68 летом. Показатели в период активной вегетации в июле были значительно выше, чем в марте при начале вегетации у всех исследованных видов. У сирени динамика равномерно повышается, в то время как у березы наблюдалось сначала снижение максимального выхода ФСП с 13 по 15 число, а затем повышение. Несовпадение динамик может быть обусловлено видовыми

особенностями. Береза раньше переходит в состояние покоя, чем сирень. Это также объясняет, почему в конце июля у сирени характер динамики возрастающий, в отличие от березы [3]. Различия в значениях квантового выхода ФСII между тканями стебля незначительны, в сравнении со значениями интенсивности флуоресценции.

Весной функционирование побегов играет важную адаптивную роль, и внелистовые пигменты являются единственным источником ассимилятов. Летом их вклад в фотосинтез всего растения относительно невелик, но их активность выше, чем весной, из-за наиболее благоприятных условий и того, что все процессы в растении функционируют на максимальном для них уровне. Согласно полученным результатам исследования, значения показателя фотохимической активности выше во время вегетации, чем в начале вегетации. Таким образом, предположение о том, что смена роли внелистных пигментов в фотосинтезе всего растения (первостепенная в период отсутствия листвы и второстепенная после формирования листвы) оказывает влияние на активность ФСII, не подтвердилось.

Список литературы

1. Харук В. И., Терсков И. А. Внелистовые пигменты древесных растений. Новосибирск : Наука, 1982. 88 с.
2. Китаева Т. Ю., Гаевский Н. А. Определение коэффициентов ослабления света у покровных тканей побегов древесных и кустарниковых форм // Фундаментальные и прикладные проблемы современной экспериментальной биологии растений : сб. материалов Всероссийской науч. конференции с международным участием и школы для молодых ученых, посвященной 125-летию Института физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН (23–27 ноября 2015 г.). М. : ИФР РАН, 2015. С. 343–345.
3. Китаева, Т. Ю., Гаевский Н. А. Особенности фотосинтеза внелистных пигментов в побегах некоторых представителей древесных и кустарниковых форм растений юга Сибири при переходе от активной вегетации к покою // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии : сб. науч. ст. по материалам Четырнадцатой междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 25–29 мая 2015 г.). Барнаул : Изд-во АлтГУ, 2015. С. 426–428.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАРОТИНОИДА ОКЕНОНА В КАЧЕСТВЕ ПАЛЕОИНДИКАТОРА РЕЖИМА ЦИРКУЛЯЦИИ ОЗЕРА ШИРА

Н.А. Киященко^{*1}

Научный руководитель Д.Ю. Рогозин²
ведущий научный сотрудник

¹Сибирский федеральный университет

²Институт биофизики СО РАН

Озера – это уникальные экосистемы, обладающие способностью накапливать и сохранять в своих отложениях органические и неорганические вещества. Благодаря этому становится возможно реконструировать палеоклимат всей близлежащей к озеру территории.

Уровень воды в соленых озерах отражает изменения влажности климата, поэтому актуальна реконструкция уровня таких озер по донным отложениям. Для достоверной реконструкции необходимо сопоставить состав «молодых» донных отложений с известными изменениями на озере тот же период.

Предположительно фотосинтетические пигменты серных бактерий в донных отложениях являются индикатором изменений уровня соленого меромиктического озера:

– в периоды подъема уровня стратификация усиливается – увеличивается биомасса серных бактерий;

– в периоды снижения уровня (либо постоянного уровня) стратификация ослабевает – уменьшается биомасса серных бактерий.

Соответственно, в ответ на внешние воздействия изменяется седиментационный поток аноксигенных серных бактерий в донные отложения озера [1].

Отбор проб производился на озере Шира, расположенном в 15 км от одноименного поселка в республике Хакасия. Это солоноватый водоем, минеральный состав сульфатно-хлоридо-натриево-магниевый. Имеет эллиптическую форму 9,35 на 5,3 км, площадь водной поверхности 35,9 км², средняя глубина 11,2 м, максимальная – 24,5 м. Озеро бессточное, питание его осуществляется за счет реки Сон, а также атмосферных, подземных и антропогенных поступлений. Замерзает в конце ноября, освобождается ото льда в начале мая.

Отбор осадочного материала производился седиментационными ловушками, выставленными на глубину 20 м, отбор верхних слоев донных отложений – методом намораживания *in situ* с помощью пробоотборника-намораживателя (freeze-corer), а их анализ проводился методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на установке Agilent 1200 (Agilent Technologies, Калифорния, США) с диодно-матричным (DAD) детектором, на колонке Eclipse XDB – C-18, средний диаметр частиц 5 мк, размеры 4,6 × 150 мм.

* © Киященко Н.А., 2019

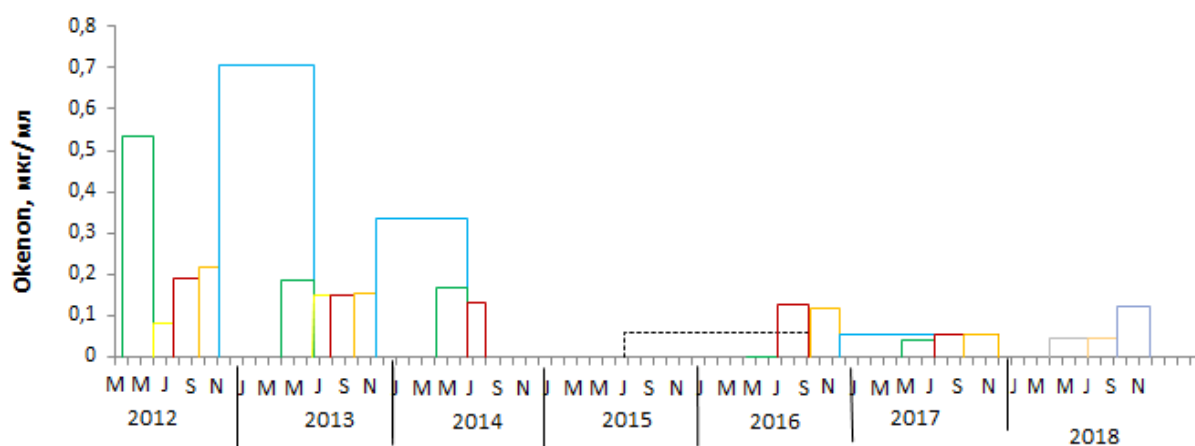


Рис. Динамика осаждения окенона в толще озера Шира в период с 2012 по 2018 г.

Из полученных данных можно заметить, что поток осаждения окенона имеет выраженный сезонный характер. Как правило, в зимнее время поток имеет меньшие значения. По мере перехода озера в голомиктический режим и, соответственно, подавления развития ПСБ, осадконакопление окенона значительно уменьшается вплоть до значений, не определяемых методом ВЭЖХ. Тем не менее, несмотря на то ПСБ представлены в значениях неопределяемых спектрофотометрическим методом их вклад в накопление пигментов донных отложений не исчезает полностью. Таким образом для полного исчезновения окенона из донных отложений необходимы иные условия чем те, которые наблюдались последние несколько лет в озере Шира. Полученные данные не противоречат гипотезе о том, что каротиноид окенон можно использовать в качестве палеоиндикатора режима циркуляции озера Шира.

Список литературы

1. Rogozin D. Y., Tarnovsky M. O., Belolipetskii V. M. и др. Disturbance of meromixis in saline Lake Shira (Siberia, Russia): Possible Reasons and Ecosystem respons // *Limnologica*. 2017. № 66. P. 12–23.

СРАВНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР ПРИРОДНОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.С. Ковель^{1,2*}

Научный руководитель Н.С. Кудряшева²
доктор физико-математических наук, профессор

¹ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»

²Сибирский федеральный университет

Биолюминесцентные методы широко используются для мониторинга токсичности различных сред благодаря высокой скорости анализа и удобству регистрации люминесцентного сигнала. Эти характеристики биолюминесцентных биотестов позволяют осуществлять большое количество измерений в сопоставимых условиях, что чрезвычайно важно для статистической обработки результатов анализа. Классическим биолюминесцентным биотестом являются морские светящиеся бактерии, которые уже более 50 лет используются для оценки токсичности водных сред в связи с высокой чувствительностью к различным поллютантам [1, 2]. Тестовым физиологическим параметром их жизнедеятельности является интенсивность люминесценции. Величина ингибирования интенсивности биолюминесценции является количественной характеристикой общей (интегральной) токсичности среды.

В последние десятилетия находит широкое применение биотест, основанный на ферментативных реакциях люминесцентных бактерий [3], а именно система двух сопряженных реакций, катализируемых бактериальной люциферазой и НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктазой. Одной из особенностей этой системы является ее специфичность к группе окислителей: в присутствии окислителей, помимо уменьшения максимальной интенсивности свечения, изменяется еще один кинетический параметр биолюминесценции – период задержки свечения (индукционный период), который зависит неаддитивным образом от концентрации и редокс-потенциала окислителей-токсикантов. Благодаря этой особенности ферментативный биотест может дополнительно использоваться для мониторинга окислительной токсичности среды. Таким образом, биолюминесцентный ферментативный биотест может быть использован для определения как общей (или интегральной) токсичности растворов биологически активных веществ, так и способности этих веществ изменять окислительную токсичность сред, то есть их антиоксидантной активности [4, 5].

В работе проведено сравнение токсичности и антиоксидантной активности углеродных наноструктур природного и искусственного происхождения на примере гуминовых веществ (ГВ) и представителя группы фуллеренов, $C_{60}O_y(OH)_x$, где $y + x = 22-28$ (Ф) с использованием ферментативного

* © Ковель Е.С., 2019

биолюминесцентного биотеста (НАД(Ф)Н:ФМН-оксидоредуктаза – люцифераза. Для изучения содержания активных форм кислорода (АФК) в водных растворах использовали хемилюминесцентный люминольный метод. Токсичность растворов биоактивных соединений оценивалась с помощью эффективных концентраций, ингибирующих люминесценцию на 50 %, EC_{50} . Для оценки и сравнения антиоксидантной активности соединений рассчитывали коэффициенты детоксикации, D_{OxT} . Величины D_{OxT} определяли в широком интервале концентраций ГВ и Ф в растворах органического и неорганического окислителей – 1,4-бензохинона и феррицианида калия.

Значения EC_{50} показали более высокую токсичность ГВ, чем Ф (0,005 и 0,108 г/л соответственно), активные концентрации Ф оказались ниже. В отличие от Ф, величины D_{OxT} ГВ зависели от времени их воздействия; 50-минутная предварительная инкубация в растворах окислителя являлась оптимальной для процедуры детоксикации. Напротив, антиоксидантный эффект Ф продемонстрировал независимость во времени. Антиоксидантный эффект ГВ был менее выражен и не зависел от амфифильных характеристик среды ($D_{OxT} = 1,3$ в растворах органического и неорганического окислителей), в то же время для Ф оно было максимальным ($D_{OxT} = 2,0$) в растворах органического окислителя – 1,4-бензохинона.

Как ГВ, так и Ф продемонстрировали токсичность и антиоксидантную способность при низких концентрациях, однако, количественные характеристики этих эффектов были разными. Различия можно объяснить полифункциональностью ГВ, более высокой способностью ГВ уменьшать содержание АФК в растворах, подвижностью функциональных фрагментов ГВ. Антиоксидантное действие биоактивных соединений, по-видимому, связано с каталитической окислительно-восстановительной активностью их π -фрагментов. В работе продемонстрирован высокий потенциал люминесцентного ферментативного биотеста для изучения биологической активности наноструктур естественного и искусственного происхождения.

Список литературы

1. Abbas M., Adil M., Ehtisham-ul-Haque S., Munir B., Yameen M., Ghaffar A., Shar G.A., Tahir M.A., Iqbal M. *Vibrio fischeri* bioluminescence inhibition assay for ecotoxicity assessment: a review // *Sci. Total. Environ.* 2018. V. 626. P. 1295–1309.
2. Girotti S., Ferri E. N., Fumo M. G., Maiolini E. Monitoring of environmental pollutants by bioluminescent bacteria // *Anal. Chim. Acta.* 2008. V. P. 608.2–21.
3. Kratasyuk V. A., Esimbekova E. N. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology // *Comb. Chem. High. Throughput Screen.* 2015. V. 18. P. 952–959.
4. Kudryasheva N. S., Kovel E. S., Sachkova A. S., Vorobeva A. A., Isakova V. G., Churilov G. N. Bioluminescent enzymatic assay as a tool for studying antioxi-

dant activity and toxicity of bioactive compounds // J. Photochem. Photobiol. 2017. V. 93, № 2. P. 536–540.

5. Sachkova A. S., Kovel E. S., Churilov G. N., Guseynov O. A., Bondar A. A., Dubinina I. A., Kudryasheva N. S. On mechanism of antioxidant effect of fullerenols // Biochem. Biophys. Rep. 2017. V. 9. 1–8.

БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ БИОТЕСТ В АНАЛИЗЕ СЛЮНЫ

О.В. Колесник*

Научный руководитель Л.В. Степанова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Слюна является биологической средой и компонентом гомеостаза организма. По сравнению с кровью, это динамичная среда, отражающая ежедневные изменения в организме, свидетельствует об изменениях в нем на соматическом и на психоэмоциональном уровнях [1, 2]. В настоящее время существует множество исследований по тестированию состояния организма человека и животных с использованием слюны [1–4]. Многие способы тестирования слюны малоинформативны, длительны, сложны в выполнении и требуют наличия специально обученного персонала для проведения обследования и не пригодны для массовых диагностических исследований. Предлагаем новый подход экспрессного лабораторного диагностирования – билюминесцентное тестирование с использованием слюны. Метод основан на изучении воздействия слюны на билюминесцентные реакции. Основой для билюминесцентного метода является биферментная система светящихся бактерий: NADH:FMN-оксидоредуктаза+люцифераза. Изменение метаболического состава слюны будет воздействовать на ферменты билюминесцентной системы, которая будет давать отклик в виде свечения [5–7]. Чувствительность анализа высокая и позволяет выявить небольшие изменения в слюне. Результаты такого интегрального теста отражают состояние организма на молекулярном уровне. Поэтому целью исследования явилось выявление возможности использования билюминесцентного метода для тестирования слюны.

Задачи исследования:

- подобрать количество слюны и условия хранения проб для проведения билюминесцентного ферментативного тестирования;
- понять, позволяет ли билюминесцентный метод тестирования слюны человека выявить умственный стресс и физическую нагрузку;
- проанализировать возможности билюминесцентного тестирования слюны животных для определения физического и патологического состояния.

Материалы и методы исследования

В исследовании участвовали студенты 1-2 курса из КрасГМУ (n = 106), которых тестировали до и после экзаменационной сессии, спортсмены (n = 32) до и после пяти тренировочных дней с возрастающей нагрузкой, спортивные лошади (n = 12) до и после трехдневных тренировок с возрастающей физической нагрузкой и коровы (n = 35) с заболеваниями мастит и киста.

* © Колесник О.В., 2019

Перед тестированием слюну центрифугировали в течение 15 минут при частоте 5000 об/мин и использовали супернатант. Супернатант слюны лошадей был разбавлен калий-фосфатным буфером в 60 раз, коров – в 10 раз.

Биолюминесцентное тестирование слюны проводили с использованием бактериальной биферментной системы NADH:FMN-оксидоредуктаза+ +люцифераза, входящей в комплект реактивов КРАБ (Институт биофизики СО РАН, Красноярск). В состав реакционной смеси входили 80 мкл 0,05М калий-фосфатного буфера (рН 6,8–7,0), 5 мкл КРАБа, 10 мкл 0,0025 % буферного раствора тетрадеканала (Merck, Германия), 50 мкл 0,4мМ буферного раствора NADH (Sigma, США), 10 мкл 0,5мМ водного раствора FMN (Serva, Германия).

Для центрифугирования слюны использовали центрифугу Eppendorf Centrifuge 5810R (Eppendorf, Германия). Биолюминесцентное свечение реакционной смеси регистрировали на планшетном люминометре (TriStarLB 941, Германия).

В качестве интегрального показателя биотеста использовали остаточное свечение (Т, %), вычисляемое как отношение средних максимальных интенсивностей свечения экспериментального измерения (слюна) и контрольного измерения (калий-фосфатный буфер).

Дополнительные сведения о функциональном состоянии организма участников тестирования были предоставлены коллегами из КрасГМУ, ИФКСиТ и КрасГАУ.

Статистическую обработку данных проводили в программе Statistica 10 (StatSoft Inc., США) с подсчетом медианы (Me) и интерквартильных разбросов (С₂₅-С₇₅ перцентили). Различия между показателями независимых выборок оценивали по непараметрическому критерию Манна – Уитни, корреляционную связь – по критерию Спирмена. Уровень статистической значимости считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Показано, что для тестирования достаточно 40 мкл супернатанта слюны. Свежесобранная слюна тушила свечение практически до нуля, что затрудняло измерения. Центрифугированная слюна в свежем, замороженном и высушенном состояниях ингибировала биолюминесцентное свечение в пределах, позволяющих проводить биолюминесцентный анализ. Использование слюны для биолюминесцентного тестирования при комнатной температуре сокращало время хранения слюны до 3 часов. Для хранения супернатанта слюны в течение длительного времени необходимо ее замораживать на – 20–80 °С.

При тестировании супернатанта слюны человека независимо от пола в обычном для него состоянии выявлено ингибирование биолюминесцентного свечения. Слюна, отобранная во время умственного стресса, ингибировала биолюминесцентное свечение значительно меньше. Возрастание величины остаточного свечения хорошо коррелировало с повышенным содержанием активных форм кислорода ($r = 0,6$) в слюне, которые определены по результатам хемилюминесцентного тестирования (светосумма, максимальная интенсивность

свечения и др.). Также выявлена корреляционная взаимосвязь между повышенными биоимпедансными показателями состояния организма человека (основной обмен веществ, активная клеточная масса, сопротивление тканей и др.) и возрастанием остаточного свечения ($r = 0,4$).

При тестировании супернатанта слюны человека после физической нагрузки также наблюдали ингибирование биолюминесцентного свечения, которое было повышено при аэробной мышечной работе (малая физическая нагрузка) и ослаблялось – во время анаэробной работы (большая физическая нагрузка). Изменение величины остаточного свечения при каждой физической нагрузке хорошо коррелировало с изменением частоты сердечных сокращений ($r = 0,5$). Полагаем, что ингибирование биолюминесцентного свечения вызвано повышенным содержанием лактата в слюне ($r = 0,5$) при аэробной мышечной работе и возрастанием активности каталазы в слюне ($r = 0,6$) при анаэробной работе.

При тестировании супернатанта слюны животных также наблюдали тушение биолюминесцентного свечения. Величина ингибирования биолюминесцентного свечения слюной спортивных лошадей зависела от выполняемой ими физической нагрузки. Аналогично слюне человека наблюдалось возрастание ингибирования биолюминесцентного свечения при аэробной мышечной работе и ослабление – во время анаэробной работы. Изменение величины остаточного свечения коррелировало с возрастанием частот дыхательных движений ($r = 0,6$, $p \leq 0,1$) и сердечных сокращений ($r = 0,6$, $p \leq 0,1$).

Анализ биолюминесцентного тестирования супернатанта слюны коров не позволил выявить различия между их здоровым и больным состоянием. Супернатант слюны здоровых и больных коров одинаково ингибировал активность ферментативной системы. Корреляционные взаимосвязи между результатами биолюминесцентного тестирования слюны и анализом крови не выявлены. Необходимы дальнейшие исследования с увеличением числа выборок.

Выводы

1. Оптимальный объем супернатанта слюны для биолюминесцентного тестирования составлял 40 мкл. Для проведения биолюминесцентного тестирования необходимо использование супернатанта слюны в свежем, размороженном или в сушенном состояниях в течение 3 ч при комнатной температуре.

2. Величина ингибирования биолюминесцентного свечения в присутствии слюны человека применима для выявления умственного стресса и физической нагрузки. Слюна, отобранная во время умственного стресса, ингибировала биолюминесцентное свечение значительно меньше, чем в нормальном состоянии организма. Ингибирование биолюминесцентного свечения возрастало при аэробной мышечной работе и ослаблялось – во время анаэробной работы.

3. Результаты биолюминесцентного тестирования слюны спортивных лошадей аналогичны данным по тестированию слюны человека при физической нагрузке и зависят от характера мышечной работы. Использование биолюминесцентного свечения в тестировании слюны коров не позволило определить их патологическое состояние.

Список литературы

1. Бельская Л. В., Голованова О. А., Турманидзе В. Г. [и др.] Кристаллизация биологических жидкостей – перспективы использования при диагностике // Бутлеровские сообщения. 2010. № 15. С. 52.
2. Дайлиденко В. Н. Спортивная работоспособность и адаптационные качества лошадей тракененской породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2013. № 16 (2). С. 126–133.
3. Гильмутдинов Р. Я., Иванов А. В., Махамат М. К. [и др.] Слюна – новый объект диагностических исследований у животных // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 11. С. 52–55.
4. Janczarek I., Bereznowski A., Srtzelec K. The influence of selected factors and sport results of endurance horses on their saliva cortisol concentration // Polish Journal of Veterinary Sciences. 2013. № 16 (3). С. 533–541.
5. Esimbekova E. N., Kratasyuk V. A., Abakumova V. V. Bioluminescent method to determine non-specific endotoxemia in therapy // Luminescence. 1999. № 14. P. 197–198.
6. Esimbekova E., Kratasyuk V., Shimomura O. Application of enzyme bioluminescence in ecology // Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. 2014. № 144. P. 67–109.
7. Kratasyuk V., Esimbekova E. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology // Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening. 2015. № 18 (10). С. 952–959.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МОНО-, БИ- И ТРИФЕРМЕНТНЫХ СИСТЕМ

К.В. Копылова*

Научный руководитель Е.Н. Есимбекова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Загрязнение объектов окружающей среды является одной из современных мировых проблем [1]. Многообразие токсических веществ заставляет создавать все новые методы анализа для их детектирования. Высокой чувствительностью к действию разных классов потенциально токсичных веществ отличаются биотесты на основе ферментативных систем, которые успешно применяются для экологического мониторинга водных объектов окружающей среды [2, 3]. На основе ферментов светящихся организмов возможно конструировать методы неспецифического интегрального анализа токсичности разных, в том числе многокомпонентных сред [2]. В данной работе рассматривается влияние широко используемых пестицидов на функционирование ферментативных реакций, катализируемых алкогольдегидрогеназой (ADH), биферментной системой светящихся бактерий NADH:FMN-оксидоредуктаза + люцифераза (R + L) и триферментной системой алкогольдегидрогеназа + NADH:FMN-оксидоредуктаза + люцифераза (ADH + R + L).

Цель работы состояла в определении закономерностей воздействия ряда пестицидов на функционирование ферментных систем. Основными задачами были: определение чувствительности ферментных систем к воздействию пестицидов в зависимости от длины цепи сопряжения реакций, катализируемых оксидоредуктазами; сравнение чувствительности моно-, би- и триферментных систем к воздействию пестицидов разных функциональных групп.

Определение активности моноферментной реакции, катализируемой алкогольдегидрогеназой, основано на анализе скорости прямой реакции. В результате действия ADH на этанол образуется ацетальдегид и NAD^+ . Влияние токсиканта на активность моноферментной системы ADH оценивалось по скорости ферментативного восстановления NAD^+ , которая определялась путем измерения оптической плотности в течение 30 с при длине волны 340 нм. Остаточная активность ферментативной системы рассчитывалась по формуле: $A_{\text{ост}} = A_0/A_k \cdot 100 \%$, где A_0 – относительная активность ADH в присутствии анализируемого образца, A_k – относительная активность ADH в присутствии контрольного образца.

Биолюминесцентная биферментная система – метаболическая реакция светящихся бактерий, катализируемая двумя ферментами (NADH: FMN-оксидоредуктаза и люцифераза), где одним из продуктов реакции является свет.

* © Копылова К.В., 2019

В основе биолюминесцентного тестирования лежит детектирование загрязняющих веществ в анализируемых средах по их влиянию на протекание ферментативной реакции светящихся бактерий. Остаточная интенсивность свечения биферментной системы рассчитывалась по формуле $I_{\text{ост}} = I_0/I_k \cdot 100\%$, где I_0 и I_k – относительная интенсивность свечения биферментной системы R + L в присутствии анализируемого и контрольного образца соответственно.

Триферментная система ADH + R + L катализирует цепь из трех последовательных ферментативных реакций [4]. Методика определения влияния пестицидов на функционирование триферментной системы аналогична методике, применяющейся к биферментной системе.

В работе были проведены модельные эксперименты для оценки ингибирующего воздействия исследуемых пестицидов на параметры моно-, би- и триферментных систем. На примере фунгицида CuSO_4 показано, что увеличение длины цепи сопряжения ферментативных реакций приводит к увеличению их чувствительности к воздействию токсических веществ. Из рисунка видно, что при внесении в реакционные смеси 8 мг/л CuSO_4 степень ингибирования активности биферментной и триферментной систем практически не отличается и существенно выше по сравнению с моноферментной реакцией.

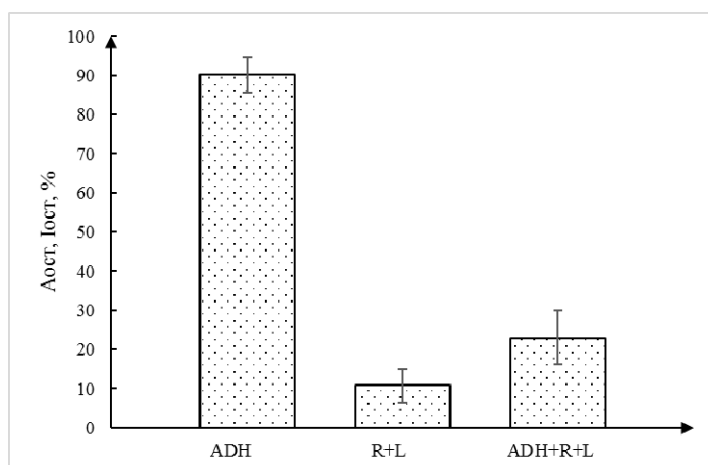


Рис. Чувствительность ферментативных систем к CuSO_4

Полученные результаты анализа с использованием триферментной системы ADH + R + L показывают, что IC_{50} для CuSO_4 составляет 1,3 г/л, что говорит о высокой чувствительности ферментативной системы к исследованному пестициду (ПДК в воде для CuSO_4 составляет 1,0 мг/дм³ [5]).

Результаты, полученные с использованием триферментной системы ADH + R + L, показывают, что IC_{50} для глифосата в исследуемом диапазоне концентраций составляет 3,3 г/л, что значительно превышает предельно допустимую концентрацию для этого пестицида (ПДК в воде для глифосата 0,02 составляет мг/дм³ [5]). Возможно, низкая чувствительность ферментативных тест-систем к глифосату обусловлено его целевым назначением. Данный пестицид относится к гербицидам и отличается низкой токсичностью для животных организмов.

Выяснено, что чувствительность моноферментной системы АДН значительно превышает предельно допустимые концентрации для таких пестицидов, как глифосат, циперметрин, сульфат меди (медный купорос), что говорит о нерациональности ее использования для обнаружения указанных токсикантов в объектах окружающей среды (таблица). В то же время чувствительность би- и триферментной систем к указанным пестицидам значительно выше и позволяет применять данные ферментные системы для анализа содержания указанных пестицидов в водных средах на уровне их предельно допустимых концентраций.

Таблица

Сравнение чувствительности моно-, би- и триферментных систем к воздействию пестицидов [5]

Пестицид	ПДК в воде, мг/л	АДН		R+L		АДН+R+L	
		IC ₂₀ , мг/л	IC ₅₀ , мг/л	IC ₂₀ , мг/л	IC ₅₀ , мг/л	IC ₂₀ , мг/л	IC ₅₀ , мг/л
Глифосат	0,02	1468	3425	2263	3960	656	3280
Циперметрин	0,006	0,03	0,09	0,9	1,8	0,07	0,1
CuSO ₄	1,0	25	31	0,4	1	0,8	1,3

Установлено, что чувствительность ферментативных систем с участием оксидоредуктаз возрастает с увеличением длины цепи сопряжения ферментативных реакций. Показана возможность использования билюминесцентной биферментной системы светящихся бактерий R + L и триферментной системы АДН+R+L в качестве тест-систем для оценки загрязнения различных сред.

Список литературы

1. Kamimura A., Armenta B., Nourian M. Perceived environmental pollution and its Impact on health in China, Japan, and South Korea // J Prev Med Public Health. 2017. № 50 (3). P. 188–194.
2. Esimbekova E. N., Kondik A. M., Kratasyuk V. A. Bioluminescent enzymatic rapid assay of water integral toxicity // Environ Monit Assess. 2012. № 185 (7). P. 5905–5916.
3. Kratasyuk V. A., Esimbekova E. N. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology // Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening. 2015. Т. 18. № 10. P. 952–959.
4. Есимбекова Е. Н., Кратасюк В. А., Немцева Е. В. [и др.] Билюминесцентные биотесты: современное состояние и перспективы. Красноярск : СФУ, 2018. 359 с.
5. Об утверждении ГН 1.2.3111-13 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)»: постановление от 21.10.2013 № 55 [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Право.ru». URL: http://docs.pravo.ru/document/view/48727348/?search_query=%D0%B3%D0%BD%2B1.2.3111-13%2B&from_search=1.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ, ПОКРЫТЫХ ПОЛИСАХАРИДАМИ, НА РОСТ КОЛОНИЙ *ESCHERICHIA COLI*

Н.В. Латышев*

Научный руководитель С.В. Столяр
доктор физико-математических наук
Сибирский федеральный университет

Развитие методов синтеза различных типов многофункциональных наноматериалов для биомедицины с широким спектром свойств – сложная задача и важное направление исследований. Одно из перспективных направлений в этой области – использование природных полисахаридов в качестве стабилизирующих и восстанавливающих агентов [1, 2]. Создаваемые на основе полисахаридов магнитные нанобиокомпозиты обладают синергизмом свойств стабилизирующей полисахаридной матрицы и магнитной сердцевины. Использование в качестве биоактивной полисахаридной матрицы, участвующей в процессах рецепторного эндоцитоза, позволит реализовать новые подходы в терапии металлодефицитных состояний, универсальных антимикробных препаратов, и открывает перспективы для создания новых биоматериалов направленного внутриклеточного действия. Работа посвящена синтезу магнитных наночастиц покрытых полисахаридами (арабиногалактаном, крахмалом) и исследованию их влияния на рост колоний *Escherichia coli*.

Магнитные наночастицы получали методом химического осаждения. В результате реакции соли железа FeSO_4 и водорастворимых полисахаридов выпал черный осадок, который промывали до нейтрального pH. Используемые порошки представляли собой соединение магнетит (Fe_3O_4) – маггемитового (Fe_2O_3) ряда с намагниченностью насыщения при комнатной температуре ~ 400 Гс.

На рис. 1 приведены изображения наночастиц магнетита, полученных с арабиногалактаном и крахмалом, а также соответствующие картины микродифракции. Частицы представляют собой нанопластины, у которых толщина на порядок меньше диаметра. На вставках показаны распределения частиц по размерам. Средний размер частиц составил для частиц с арабиногалактаном 21,5 нм, для частиц с крахмалом – 56 нм. Дифракционные картины исследуемых образцов характерны для магнетита.

Для оценки биологического действия образцов проводили исследование по влиянию магнитных наночастиц на рост колоний тест-бактерий, в том числе под действием СВЧ-излучения. Суспензию бактерий *E. coli*, приготовленную по стандарту мутности на 5 МЕ, разделили на четыре группы (одну контрольную и три экспериментальные): 1 – контроль, 2 – с магнитными наночастицами (НЧ), 3 – воздействие ЭМИ СВЧ (915 МГц, 1500 мкВт/см²) [3] в течение 1 ч, 4 –

* © Латышев Н.В., 2019

с магнитными наночастицами и под действием ЭМИ СВЧ в течение 1 ч. Затем бактерии контрольной и экспериментальных групп высевали с помощью репликатора на твердую питательную среду (до 25 колоний одновременно) как непосредственно после эксперимента, так и через 45 суток [4].

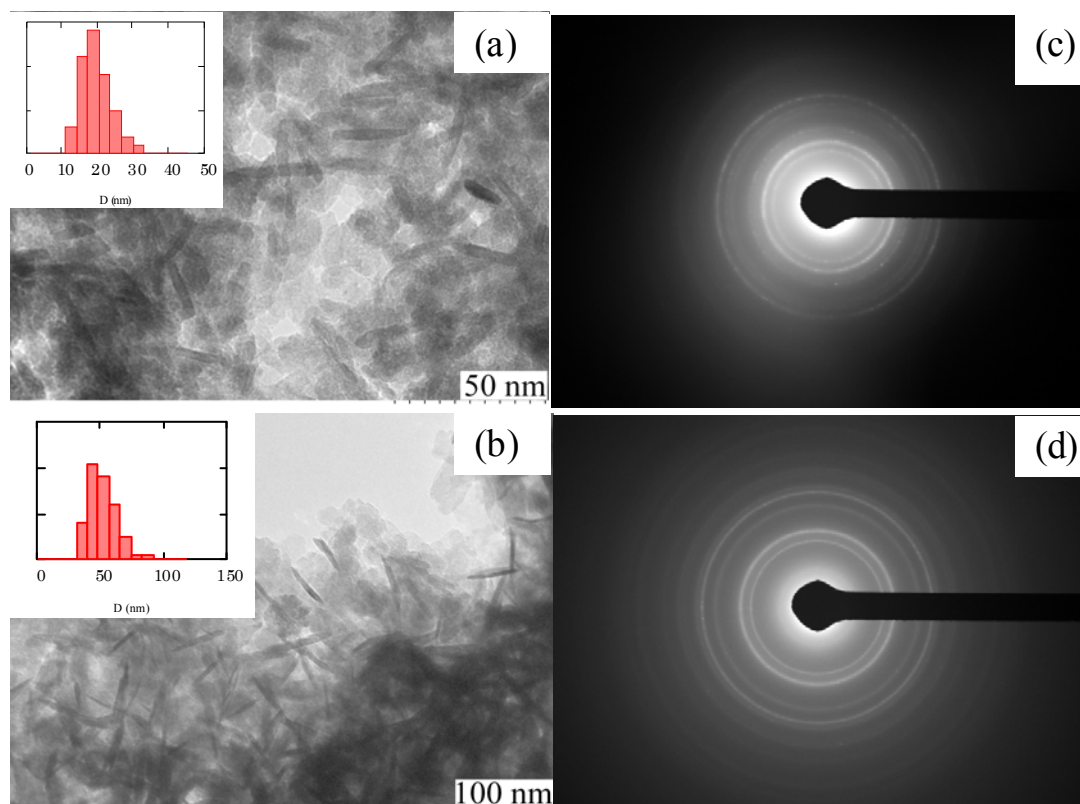


Рис. 1. Изображения наночастиц магнетита, полученных с арабиногалактаном (а) и крахмалом (б), а также соответствующие им картины микродифракции (с, d)

Бактерии культивировали в термостате при температуре 37° С. Через 18, 28, 42, 52, 66, 76 ч культивирования производили фотосъемку колоний бактерий на чашке Петри. Снимки обрабатывали в графическом редакторе и рассчитывали изменение площади занимаемой колонией *E. coli* в чашке Петри (в мм²).

При посеве бактерий после облучения, к которым добавляли наночастицы с арабиногалактаном, регистрировали недостоверное ингибирование роста тест-бактерий. Однако, через 45 дней после эксперимента получен достоверный результат, демонстрирующий ингибирующие свойства наночастиц, покрытых арабиногалактаном. На рис. 2 приведено изменение площади колоний *E. coli* с наночастицами, покрытыми арабиногалактаном.

Из рис. 2 видно, что воздействие наночастиц снижает скорость роста колоний *E. coli*, эффект усиливается в присутствии СВЧ. Возможно, дополнительное влияние на рост бактериальных колоний обусловлено поглощением наночастицами СВЧ-излучения вследствие диссипации энергии при ферромагнитном резонансе.

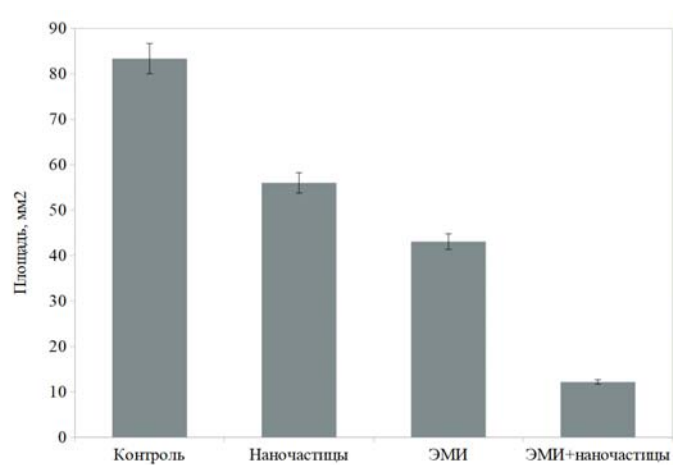


Рис. 2. Изменение общей площади колоний *E. coli* при добавлении наночастиц, полученных с арабиногалактаном, при воздействии СВЧ-излучения (продолжительность культивирования 42 ч)

На рис. 3 показано изменение площади колоний *E. coli* от продолжительности культивирования (с наночастицами, покрытыми крахмалом). Из полученных данных видно, что СВЧ-излучение снижает скорость роста бактерий, при этом магнитные наночастицы с крахмалом не оказывают влияния на митотическую активность тест-бактерий *E. coli*. Возможно, СВЧ-излучение данной частоты и мощности выступает в качестве лимитирующего фактора для *E. coli*.

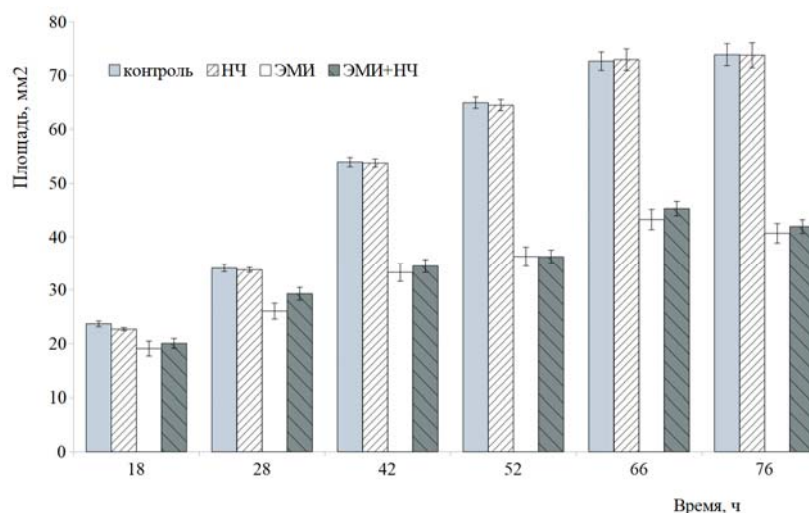


Рис. 3. Изменение роста колоний *E. coli* при добавлении наночастиц магнетита, полученных с крахмалом, при воздействии СВЧ-излучения. Примечание: по оси x – время культивирования, по оси y – площадь колонии бактерий

Таким образом, в данной работе проведена оценка влияния магнитных наночастиц, покрытых полисахаридами, а также электромагнитного излучения на рост колоний *E. coli*. Магнитные частицы с крахмалом не проявляют токсических свойств по отношению к бактериям *E. coli*. Магнитные наночастицы, покрытые арабиногалактаном, оказывают ингибирующий эффект на *E. coli*, усиливающийся при воздействии электромагнитного излучения.

Список литературы

1. Chang P. R., Yu J., Ma X., Anderson D. P. Polysaccharides as stabilizers for the synthesis of magnetic nanoparticles // Carbohydrate Polymers. 2011. 83 (2). P. 640–644.
2. Khmara I., Strbak O., Zavisova V., Koneracka M., Kubovcikova M., Antal I., Kavecansky V., Lucanska D., Dobrota D., Kopcansky P. Chitosan-stabilized iron oxide nanoparticles for magnetic resonance imaging // J. Magn. Magn. Mater. 2018. 474. P. 319–325.
3. Копылов А. Ф., Круглик О. В., Хлебопрос Р. Г. СВЧ-установка для исследования биологических эффектов у мышей // Южно-Сибирский науч. вест. 2014. № 1 (5). С. 28–29.
4. Руководство к практическим занятиям по микробиологии : учеб. пособие / под ред. Н. С. Егорова. М. : МГУ, 1995. 224 с.

**ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЛЮЦИФЕРАЗЫ
В МОДЕЛЬНЫХ СРЕДАХ С ГЛИЦЕРИНОМ И САХАРОЗОЙ****А.Е. Лисица, Л.А. Суковатый***Научный руководитель Е.В. Немцева
кандидат физико-математических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

Данная работа посвящена изучению механизмов влияния вязких сред на функционирование бактериальной люциферазы и призвана внести вклад в решение фундаментальной проблемы структурно-динамической организации белков во внутриклеточном окружении. Для этого был проведён анализ конформационных перестроек бактериальной люциферазы в ходе каталитического акта при вариации вязкости среды.

Ранее был разработан полуфеноменологический подход, позволяющий детектировать конформационную динамику белка в ходе каталитического акта [1]. Сущность метода заключается в анализе зависимости скорости элементарной биохимической стадии от вязкости среды. Выражение зависимости каталитической константы от вязкости описывается формулой

$$k = A\eta^{-\delta} \cdot \exp(-E_a/RT), \quad (1)$$

где δ – параметр, характеризующий чувствительность реакции к вязкости среды, принимающий значения от 0 до 1 в зависимости от механизма влияния вязкости на элементарную биохимическую стадию. Случай $\delta = 0$ характерен для отсутствия вязкостной зависимости и $\delta = 1$ для ферментов с активным центром плотно взаимодействующим со средой.

Цель данной работы – определить механизмы воздействия вязких сред на биолюминесцентную реакцию, катализируемую бактериальной люциферазой.

Нестационарную кинетику биолюминесцентной реакции регистрировали на анализаторе SX-20 (Applied Photophysics), смешивая раствор люциферазы *Photobacterium leiognathi* с раствором фотовостановленного флавиномононуклеотида и деканала. Реакционная смесь содержала различные концентрации глицерина или сахарозы для моделирования повышенной вязкости среды. Аппроксимацию кинетических кривых биолюминесцентной реакции осуществляли при помощи программы, разработанной на основе Scilab 6.01 в Лаборатории теоретической биофизики ИБФ СО РАН, по схеме, представленной на рис. 1. Для моделирования влияния глицерина и сахарозы на пространственную структуру бактериальной люциферазы использовали методы молекулярной динамики (МД). Подготовка систем, релаксация и вычисление молекулярной динамики были проведены с помощью программного обеспечения GROMACS 5.1.4, был рассчитан параметр среднеквадратичной флуктуации (RMSF) C_{α} атомов аминокислот.

* © Лисица А.Е., Суковатый Л.А., 2019

кислотных остатков (а.о.) люциферазы в присутствии различных концентраций глицерина и сахарозы (10, 20, 40 %) [2].

Константа скорости одной из ключевых стадий реакции – темнового распада 4а-гидропероксифлавина – (k_{dd}) была экспериментально определена путем измерения оптической плотности при 445 нм реакционной смеси после смешивания анаэробного раствора люциферазы и восстановленного флавинмононуклеотида с аэробным буфером. Зависимость скорости данной стадии от вязкости раствора представлена на рис. 2. Видно, что в диапазоне значений вязкости 1,29–3,65 сР и 1,34–6,16 сР для глицерина и сахарозы соответственно скорость распада 4а-гидропероксифлавина изменяется по степенному закону с показателями 0,81 и 0,88 для сред с глицерином и сахарозой соответственно.

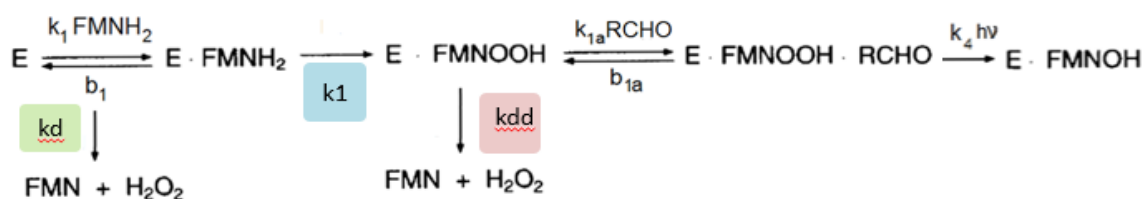


Рис. 1. Схема реакции, заложенная в модель, включающая в себя константы скоростей процессов: k_1 – связывание люциферазой восстановленного флавинмононуклеотида, k_d – автоокисление восстановленного флавинмононуклеотида, k_2 – связывание кислорода с последующим формированием 4а-гидропероксифлавина, k_{dd} – темновой распад 4а-гидропероксифлавина, k_{1a} – связывание альдегида, k_4 – стадия, сопряженная с излучением квантов света. Цветом помечены константы, определённые из отдельных экспериментов

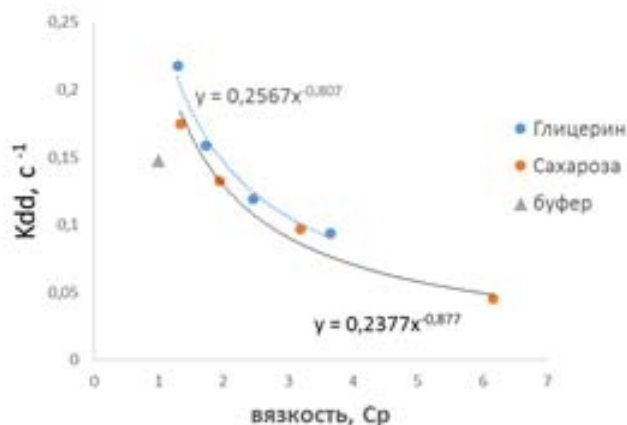


Рис. 2. Зависимость константы скорости распада 4а-гидропероксифлавина (k_{dd}) от вязкости в средах с глицерином и сахарозой

Известно, что стабильность интермедиата реакции 4а-гидропероксифлавина определяется рядом ключевых аминокислот активного центра люциферазы [2]. Подвижность этих аминокислотных остатков была оценена методами молекулярной динамики. На рис. 3 представлено изменение RMSF C_α атомов а.о. активного центра фермента в вязких средах по сравнению

с этим параметром в водном окружении. Положительное значение на данном графике говорит о том, что данный а.о. менее подвижен в модельной среде, чем в воде. Видно, что при концентрации глицерина 10 % (вязкость 1,3 сР) для представленных а.о. подвижность снижена, что может являться причиной ускорения распада 4а-гидропероксифлавина.

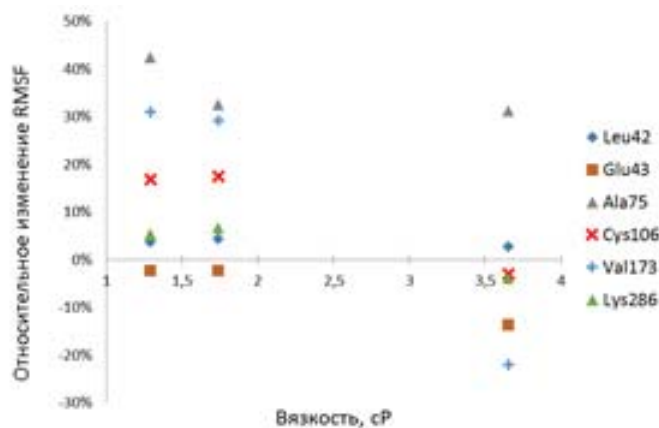


Рис. 3. Изменение RMSF C α атомов активного центра люциферазы в вязких средах относительно водного окружения

Также было проанализирована зависимость от вязкости среды константы скорости спада биolumинесценции k_{decay} (рис. 4). По результатам видно, что для сахарозы, в отличие от глицерина, наблюдается степенная зависимость данной константы от вязкости. Это может говорить о том, что константа k_{decay} проявляет избирательность относительно природы вязкостного агента.

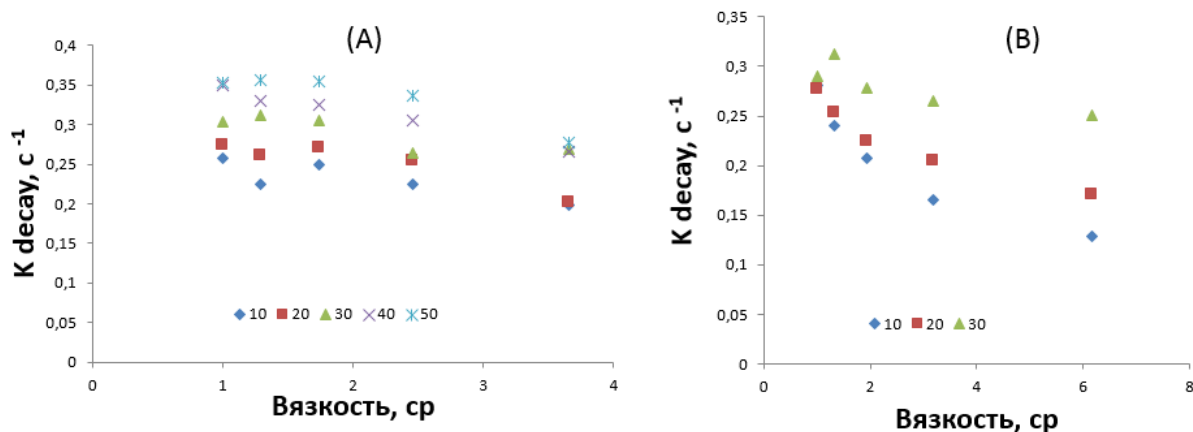


Рис. 4. Зависимость константы спада биolumинесценции от вязкости в средах с глицерином (А) и сахарозой (В) для различных концентраций альдегида (10–50 мкМ)

Возможно, меньшие по размеру молекулы глицерина могут лучше проникать в активный центр фермента и в большей степени взаимодействовать с ключевыми аминокислотными остатками.

Для описания константы спада свечения биолюминесценции k_{decay} в соответствии со схемой, представленной на рис. 1, справедлива формула

$$k_{\text{decay}} = (k_{\text{dd}} + k_4 \cdot (k_1/b_{1a}) \cdot A) / (1 + (k_1/b_{1a}) \cdot A), \quad (2)$$

где A – концентрация альдегида. Сопоставляя вязкостную зависимость константы спада биолюминесценции k_{decay} в среде с сахарозой (рис. 4, Б) и данные, представленные на рис. 2, можно предположить, что степенная зависимость обусловлена ключевой ролью распада 4а – гидропероксифлавина как скорость-образующей стадии. В случае глицерина отсутствует степенная зависимость k_{decay} от вязкости (рис. 4, А), что говорит о решающем вкладе k_4 и константы ассоциации альдегида $k_A = (k_1/b_{1a})$, в соответствии с формулой (2).

В результате аппроксимации биолюминесцентных кривых по схеме, представленной на рис. 1, для каждой из модельных сред были получены наборы из 8 индивидуальных констант скорости. Зависимость константы ассоциации альдегида k_A и процесса, ассоциированного с формированием возбужденного интермедиата, k_4 от вязкости среды представлена на рис. 5, 6. Видно, что рост концентрации глицерина ведет к линейному снижению константы ассоциации альдегида k_A и к небольшому росту значения k_4 .

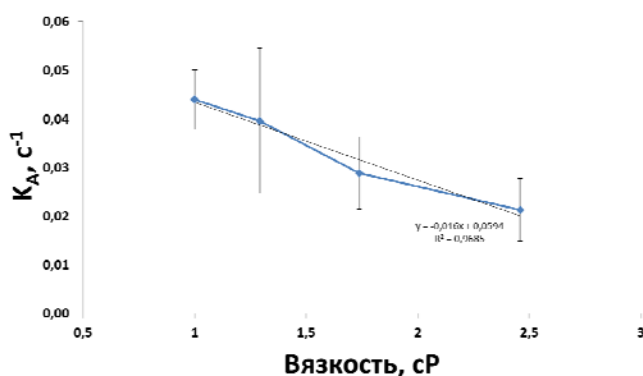


Рис. 5. Зависимость константы ассоциации альдегида k_A от вязкости среды с глицерином

Таким образом, в результате исследования установлено, что механизм влияния вязких сред на основе глицерина и сахарозы на кинетику реакции, катализируемой бактериальной люциферазой, зависит в том числе от природы вязкостного агента. Показано, что кинетика реакции во многом определяется скоростью темного распада одного из интермедиатов реакции – 4а-гидропероксифлавина, которая, в свою очередь, испытывает значительное замедление в исследованных вязких средах.

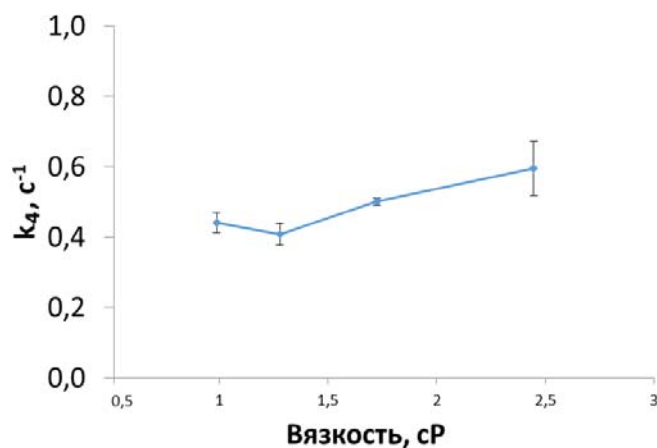


Рис. 6. Зависимость константы скорости процесса, сопряженного с испусканием квантов света, k_4 от вязкости среды с глицерином

Список литературы

1. Хоштария Д. Э., Гогуадзе Н. Г., Ульstrup Е. Кинетическое проявление конформационной динамики, сопровождающей ферментативный гидролиз бензоилглицилфениллактата карбоксипептидазой А // Биоорганическая химия, 1991. 17. № 5. С. 618–625
2. Tinikul R., Chaiyen P. Structure, mechanism, and mutation of bacterial luciferase // Bioluminescence: Fundamentals and Applications in Biotechnology-Volume 3. Springer, Cham, 2014. P. 47–74.

ВЛИЯНИЕ КРАХМАЛА И ЖЕЛАТИНА НА ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТЬ БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ

В.И. Лоншакова-Мукина^{1*}

Научный руководитель Е.Н. Есимбекова²

кандидат биологических наук, доцент

Научный руководитель В.А. Кратасюк¹

доктор биологических наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт биофизики СО РАН*

Бутирилхолинэстераза (BChE) играет ключевую роль в развитии и практике ингибиторного анализа, позволяя на широком круге материалов изучить вопросы субстрат-ингибиторной специфичности и влияние иммобилизации и условий измерения на аналитические характеристики определения ингибиторов [1]. Более того, BChE является основой многих аналитических систем для контроля остаточных количеств фосфорорганических пестицидов в сельском хозяйстве. Несмотря на это остаётся нерешённой проблема недостаточной стабильности BChE при её использовании и хранении. Одним из основных способов получения стабильных ферментных препаратов BChE является её иммобилизация в различные носители. Крахмал и желатин, полимеры природного происхождения, образующие вязкие растворы и способные к формированию геля, используются как для создания вязкого микроокружения ферментов, так и для их иммобилизации. Целью настоящей работы является определение механизмов термической инактивации бутирилхолинэстеразы в крахмальном и желатиновом гелях для определения возможности использования данных полимеров в качестве стабилизаторов молекулы фермента.

Активность BChE определяли по методу Элмана [2]. Регистрацию оптической плотности раствора проводили при длине волны 412 нм. По изменению оптической плотности во времени вычисляли скорость гидролиза субстрата S-бутирилтиохолина йодистого (S-BChI) BChE, по полученным результатам делали вывод об активности фермента. Определение оптической плотности образцов проводилось на спектрофотометре UV-2700 (Shimadzu, Япония).

Установлено, что кинетика термоинактивации BChE в крахмальном (3 %) и желатиновом (1,4 %) гелях имеет принципиально одинаковый характер на всем диапазоне исследуемых в работе температур (рисунок).

В температурном диапазоне от 50 до 64 °С наблюдается термоинактивация второго порядка, включающая два различных механизма инактивации BChE, последовательно сменяющих друг друга и протекающих с разными скоростями.

* © Лоншакова-Мукина В.И., 2019

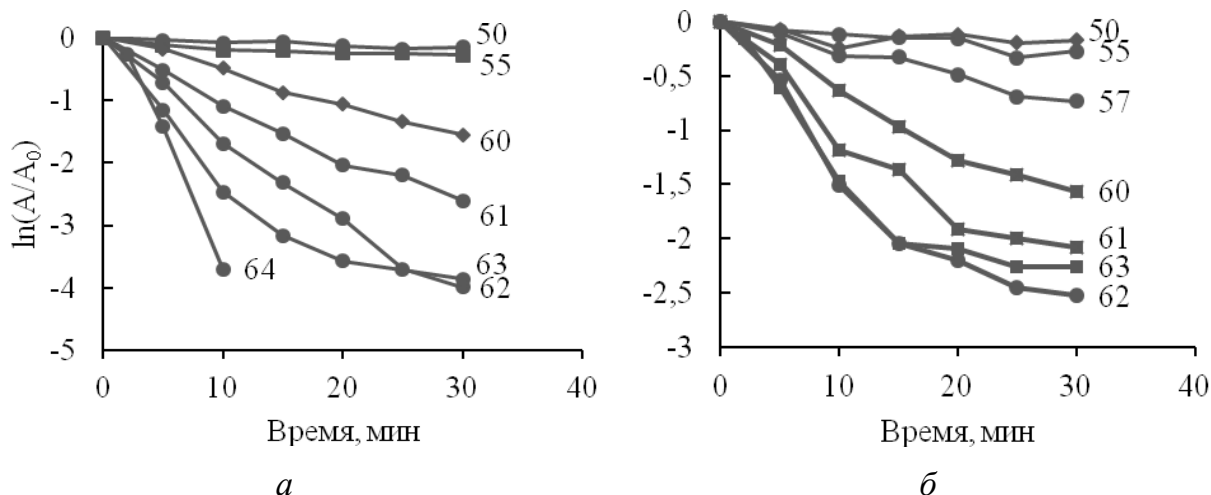


Рис. Кинетические кривые термоинактивации ВСhЕ при разных значениях температуры в присутствии 1,4 % желатина (а) и 3,0 % крахмала (б)

Известно, что ВСhЕ имеет четвертичную структуру, представляющую собой гликопротеин, состоящий из четырех равных субъединиц [3]. Вероятно, первым процессом, происходящим при термоденатурации ВСhЕ, является диссоциация фермента на субъединицы. Процессу диссоциации соответствует первый участок кинетических кривых термоинактивации. Затем при увеличении времени воздействия повышенных температур на фермент следует его необратимая денатурация, которой соответствует второй участок кинетических кривых термоинактивации ВСhЕ.

Таким образом, в работе показано, что при температурах до 55 °С денатурации ВСhЕ в гелях не наблюдается. При температурах от 57 до 64 °С термоинактивация имеет нелинейный характер. Установлено, что как крахмальный, так и желатиновый гель оказывают стабилизирующий эффект при воздействии высоких температур на активность ВСhЕ.

Список литературы

1. Евтюгин Г. А. Проблемы аналитической химии. Отделение химии и наук о материалах РАН. Биохимический метод анализа. М. : Наука, 2010. Т. 12. 391 с.
2. Ellman G. L., Courtney K. D., Andres V., Featherstone R. M. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity // *Biochem. Pharmacol.* 1961. V. 7. P. 88–95.
3. Lee J. C., Harpst J. A. Physical properties and subunit structure of butyrylcholinesterase from horse serum // *Biochemistry.* 1973. V. 12. P. 1622–1630.

БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ МЕТОД В ТЕСТИРОВАНИИ СЫВОРОТКИ МОЛОКА КОРОВ

А.В. Макаров, В.Д. Шумихина*

Научный руководитель Л.В. Степанова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Наличие заболеваний молочной железы, в том числе и мастита, у коров имеет широкое распространение в сельскохозяйственной промышленности и наносит экономический удар, так как при воспалении вымени корова снижает удои до 10–15 % [2].

В настоящее время существует множество методов для диагностирования мастита у коров, такие как клинический анамнез с проведением лабораторных анализов, быстрый маститный тест молока и ультразвуковые обследования коров [1, 3]. Методы требуют специального персонала, трудоемки и занимают много времени при проведении анализа. Предлагаем новый подход экспрессного лабораторного анализа – биолюминесцентный метод. Биотестирование построено на фиксировании интенсивности биолюминесцентного свечения, создаваемое ферментативной системой светящихся бактерий: NADH:FMN-оксидоредуктаза+люцифераза. В зависимости от концентрации метаболитов в сыворотке молока изменяется активность ферментов биолюминесцентной системы, которая будет давать отклик в виде изменения интенсивности свечения [5, 6]. Такой метод отражает состояние организма на молекулярном уровне, снимает проблемы с воспроизводимостью данных и больших ошибок в измерениях. Поэтому целью исследования явилось выявление возможности использования биолюминесцентного тестирования для определения заболевания коров.

Задачи исследования:

- 1) проанализировать качество сырого молока здоровых коров и коров с маститом;
- 2) определить различие остаточного свечения ферментативной системы при тестировании сыворотки молока здоровых коров и коров с маститом;
- 3) выявить зависимость изменения остаточного свечения от аналитических параметров молока здоровых коров и коров с заболеванием мастит.

Материалы и методы

В ходе работы были протестированы 25 образцов молока коров породы голштинская, черно-пестрой масти. Из них с маститом было 15 образцов, клинически здоровых – 10 образцов. Качество сырого молока анализировали на комбинированной аналитической системе (Bentley Instruments, США) и высокоскоростном инфракрасном анализаторе (Bentley Combi FTS, США).

* © Макаров А.В., Шумихина В.Д., 2019

Для биолюминесцентного тестирования использовали молочную сыворотку, которую получали прокисанием в течение 7 дней. Перед тестированием сыворотку фильтровали через фильтровальную бумагу среднего диаметра и разводили буфером в 50 раз.

Биолюминесцентное тестирование сыворотки проводили с использованием бактериальной биферментной системы NADH:FMN-оксидоредуктаза+люцифераза, входящей в комплект реактивов КРАБ (Институт биофизики СО РАН, Красноярск). В состав реакционной смеси входили 80 мкл 0,05М калий-фосфатного буфера (рН 6,8–7), 5 мкл КРАБа, 10 мкл 0,0025 % буферного раствора тетрадеканала (Merck, Германия), 50 мкл 0,07мМ буферного раствора NADH (Sigma, США), 10 мкл 0,16 мМ водного раствора FMN (Serva, Германия). Интенсивность биолюминесцентного свечения реакционной смеси регистрировали на планшетном люминометре (TriStarLB 941, Германия). Измерения проводили с двумя повторностями. В качестве интегрального показателя использовали остаточное свечение (Т, %), вычисляемое как отношение средних максимальных интенсивностей свечения экспериментального (I) (сыворотка) и контрольного (I₀) (калий-фосфатный буфер) измерений, умноженное на 100 %

$$T = \frac{I}{I_0} \times 100\%.$$

Статистическая обработка данных проводилась с подсчетом медианы (Me) и интерквартильных разбросов (С₂₅-С₇₅ перцентили). Различия между показателями независимых выборок оценивали по непараметрическому критерию Манна-Уитни, корреляционную связь – по критерию Спирмена. Уровень статистической значимости считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Результаты комбинированного анализа сырового молока показали отличия параметров молока здоровых коров и коров с маститом. Выявлено достоверное повышение сухового вещества ($p = 0,002$), снижение содержание лактозы ($p = 0,003$) (рис. 1) и повышение соматических клеток ($p = 0,00008$) в молоке коров с заболеванием мастит по сравнению со здоровыми коровами. Как известно, значительное увеличение соматических клеток в молоке свидетельствует о воспалительном процессе [4]. Также определено, что температуры заморозки молока здоровых коров достоверно ниже, чем для коров с заболеванием мастит ($p = 0,003$).

Результаты биолюминесцентного тестирования сыворотки молока показали, что остаточное свечение ферментативной системы в присутствии сыворотки молока здоровых коров достоверно выше ($p = 0,02$) по сравнению с заболеванием мастит (рис. 2). Выявлена корреляционная взаимосвязь повышения остаточного свечения с понижением концентрации мочевины в молоке ($r = -0,7$) для здоровых коров. Для коров с заболеванием мастита концентрация мочевины в молоке незначительно понижена, но коррелирует с повышением концен-

трации общего белка ($r = -0,7$), что, видимо, вызывает значительное ингибирование биоломинесцентной ферментативной системы.

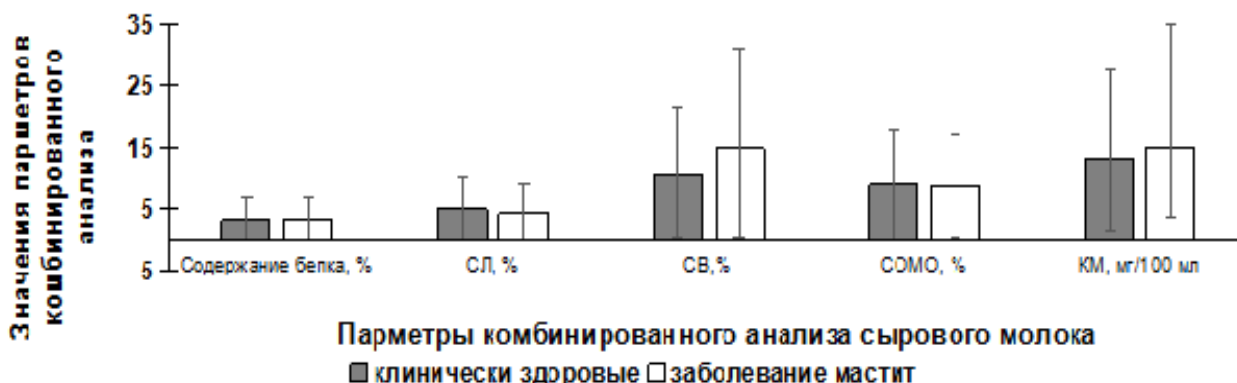


Рис. 1. Результаты комбинированного анализа сырового молока клинически здоровых и коров с заболеванием мастит. Примечание: СЛ – содержание лактозы, СВ – сухое вещество, СОМО – сухой обезжиренный молочный остаток, КМ – концентрация мочевины.

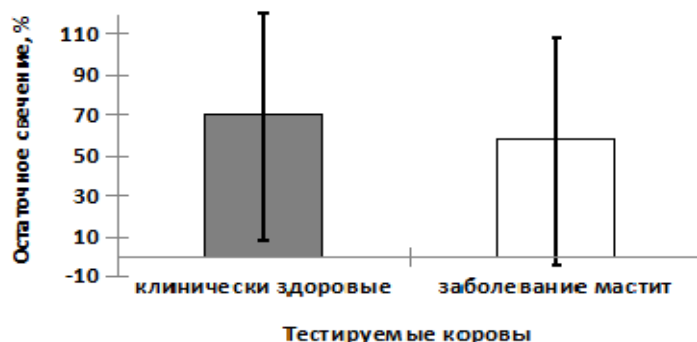


Рис. 2. Изменение остаточного свечения биоломинесцентной системы в присутствии сыворотки молока здоровых коров и коров с заболеванием мастит

Выводы

1. Молоко коров с заболеванием мастит характеризуется сниженным содержанием лактозы, а также повышенным содержанием сухового вещества и соматических клеток, что характеризует наличие воспалений.

2. Сыворотка молока коров с заболеванием мастит в большей степени ингибирует свечение биоломинесцентной ферментативной системы по сравнению со здоровыми коровами.

3. Ингибирование биоломинесцентной реакции коррелирует снижением концентрации мочевины в сыворотке молока здоровых коров и повышением концентрации белка для коров с заболеванием мастит.

4. Биоломинесцентный показатель дает интегральный ответ о наличии заболевания у коров и может быть применим в ветеринарии для диагностирования заболеваний коров.

Список литературы

1. Баркова А. С., Смирнов Г. Ю. Дифференциальная диагностика мастита у коров с использованием ультразвукового сканирования // Аграрный вестник Урала. 2014. № 3. С. 19–22.
2. Войтенко Л. Г., Картушина А. С., Шутова Ю. А., Загорулько М. П. Мастит. Диагностика. Методы лечения // Ветеринарная патология. 2013. № 4. С. 9.
3. Комаров В. Ю., Белкин Б. Л. Диагностика мастита и оценка эффективности проводимой терапии // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2016. № 1. С. 97–102.
4. Фрунджян В. Г., Дорошина О. С., Лебедева О. В. [и др.] Биоллюминесцентный метод диагностики мастита у коров // Ветеринария. 2005. № 6. С. 40–44.
5. Esimbekova E., Kratasyuk V., Shimomura O. Application of enzyme bioluminescence in ecology // Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. 2014. Vol. 144. P. 67–109.
6. Kratasyuk V., Esimbekova E. Applications of luminous bacteria enzymes in toxicology // Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening. 2015. Vol. 18, Issue 10. P. 952–959.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ТИПА ЭКОСИСТЕМЫ, АЗОТНЫХ И ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ НА МИНЕРАЛИЗАЦИЮ И ПРАЙМИНГ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

О.Е. Малышева^{1*}

Научный руководитель О.В. Меняйло²
доктор биологических наук, профессор РАН

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН*

В последнее время большой интерес вызывает прайминг органического вещества почв – главного резервуара углерода в биосфере. Прайминг – краткосрочное изменение скорости минерализации органического вещества при поступлении в почву органических или минеральных субстратов [1]. Актуальность исследования прайминга связана с ростом концентрации CO₂ в атмосфере, что повышает активность фотосинтеза и рост растений, приводя к увеличению поступления свежего органического вещества (с корневыми экссудатами и микоризой) в почву. Это может привести к повышению скорости минерализации почвенного углерода и повышению почвенной эмиссии CO₂, создавая положительную обратную связь между климатом и почвой. Механизмы прайминга до конца не выяснены [2], предполагается что при попадании в почву свежего органического субстрата, бедного азотом, микроорганизмы для его разложения начинают добывать азот, более активно минерализуя старое органическое вещество [3]. Целью данной работы было изучение активности прайминга в серой лесной почве ельника и лесной поляны, при разных температурах, с добавкой и без азотных и фосфорных минеральных удобрений.

Были отобраны два смешанных почвенных образца, состоящих из 10 подобразцов, с ельника мохового и разнотравной лесной поляны. Все образцы были из верхнего минерального горизонта (0–10 см) горизонта А. Свежие образцы просеяны через сито в 1 мм и разложены по 10 г в стеклянные баночки объемом 100 мл. Всего было 24 банок с почвой из под ельника и 24 с почвой лесной поляны. Таким образом, мы имеем первый общий фактор – «тип экосистемы» (2 уровня – поляна и лес). Далее, половина образцов (банок) из каждой группы инкубировалась при температуре 5 °С, другая – при 15 °С. Температуры взяты характерные для реальных полевых условий, они отличаются ровно на 10 °С, чтобы можно было прямо рассчитать важнейший показатель температурной чувствительности – Q₁₀. Таким образом, мы имеем второй общий фактор – «температура», тоже с двумя уровнями – 5 и 15 °С. Итого у нас 12 образцов из каждой экосистемы при каждой температуре. Далее мы описываем варианты для 12 баночек, но эти же варианты будут применяться для каждой экосистемы и температуры. Первые три банки – контроль, вторые три банки – добавили

* © Малышева О.Е., 2019

раствор меченой ^{13}C -глюкозы, еще три банки этот же раствор глюкозы плюс азот, следующие три банки – раствор глюкозы с ^{13}C плюс фосфор. Меченая глюкоза необходима для расчета прайминга. В контроль добавлена вода для выравнивания влажности после внесения растворов в варианты. Теперь мы имеем третий общий фактор для статистического анализа – «удобрения» с двумя уровнями N и P.

Далее баночки герметично закрывались резиновыми пробками, фиксировались зажимами и инкубировались девять суток, каждые сутки отбирали из газовой фазы воздушный образец (1 мл) для анализа концентрации CO_2 и изотопного состава ^{13}C - CO_2 на анализаторе Picarro 2131. Банки каждые три дня открывали на 30 мин для проветривания.

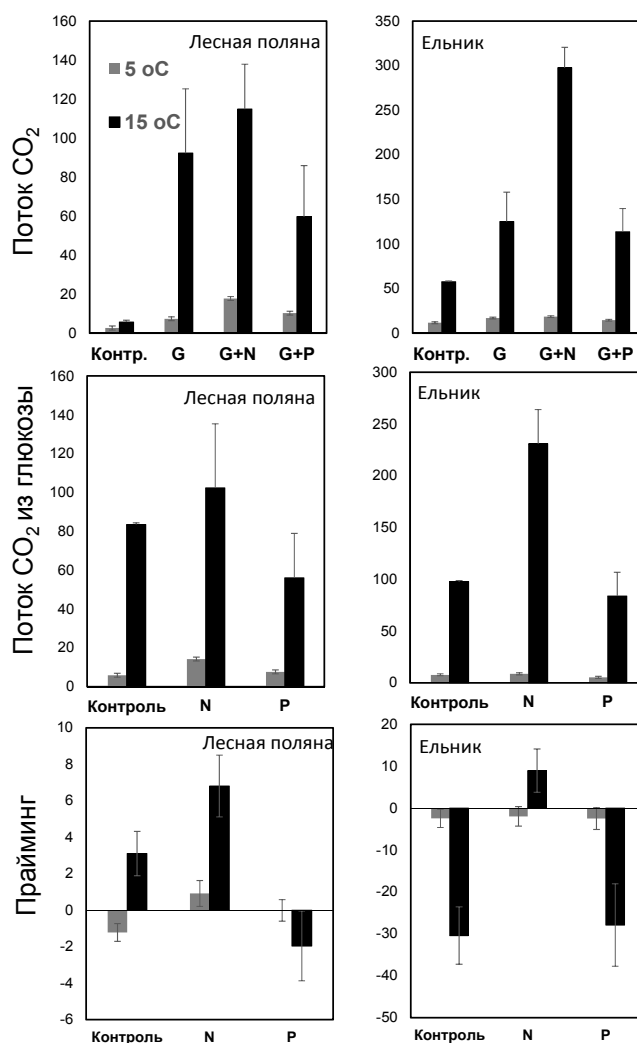


Рис. Средняя активность С-минерализации, потока CO_2 из С-глюкозы и прайминга для лесной поляны и ельника при двух температурах. Размерность для всех активностей – $\mu\text{г C-CO}_2/\text{г. почвы} \times \text{сут}$. Указаны средние значения и стандартные ошибки

На рисунке видно, что повышение температуры увеличивает базальное дыхание (без добавок) в почве под ельником больше, чем в лесной поляне. Это указывает на наличие в лесной поляне какого-либо другого лимитирующего

фактора, помимо температуры. Добавление в почву глюкозы резко увеличивает температурный отклик скорости образования CO_2 из-за повышенной чувствительности минерализации глюкозы к повышению температуры. Добавление азота и глюкозы вместе приводит к росту микроорганизмов, что выражается в максимальной скорости образования CO_2 . Прайминг зависит и от температуры, и от удобрений, и от типа экосистем. Самый большой и отрицательный прайминг наблюдался в почве под ельником при $15\text{ }^\circ\text{C}$, что говорит об ингибировании минерализации С поступлением свежего углерода.

Экологическая значимость работы заключается в том, что выявленный отрицательный и большой прайминг в почве под елью при $15\text{ }^\circ\text{C}$ указывает на то, что при поступлении в почву свежего органического вещества, минерализация органического старого вещества уменьшается примерно в два раза. Возможно, этим и объясняется высокое содержание углерода в почвах под ельниками. Поступление азота прекращает отрицательный прайминг, превращает его в положительный, то есть при поступлении азота увеличивается скорость минерализации органического вещества [4]. Глобальные изменения климата, увеличение CO_2 в атмосфере, увеличение поступления свежего углерода под ельниками приведет к дополнительному накоплению углерода в почве (за счет отрицательного прайминга). Азотные депозиции, наоборот, могут уменьшить накопление углерода в почвах под ельниками.

На основании проделанной работы можно сделать некоторые выводы.

1. Повышение температуры увеличивает базальное дыхание (без добавок) в почве под ельником больше, чем в лесной поляне.

2. Добавление в почву глюкозы резко увеличивает температурный отклик скорости образования CO_2 из-за повышенной чувствительности минерализации глюкозы к повышению температуры.

3. Добавление азота и глюкозы вместе приводит к росту микроорганизмов, что выражается в максимальной скорости образования CO_2 .

4. Прайминг зависит и от температуры, и от удобрений, и от типа экосистем. Самый большой и отрицательный прайминг наблюдался в почве под ельником при $15\text{ }^\circ\text{C}$, что говорит об ингибировании минерализации С поступлением свежего углерода.

Список литературы

1. Kuzyakov Y., Friedel J. K., Stahr K. (2000) Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biology & Biochemistry*, 32, 1485–1498.

2. Blagodatskaya E. V., Kuzyakov Y. (2008) Mechanisms of real and apparent priming effect and their dependence on soil microbial biomass and community structure: critical review. *Biology and Fertility of Soils*, 45, 115–131.

3. Craine J. M., Morrow C., Fierer N. O. (2007) Microbial nitrogen limitation increases decomposition. *Ecology*, 88, 2105–2113.

4. Janssens I. A., Dieleman W., Luysaert S. et al. (2010) Reduction of forest soil respiration in response to nitrogen deposition. *Nature Geoscience*, 3, 315–322.

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД
(DIPTERA, CHIRONOMIDAE) БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА****Ю.О. Машонская***Научный руководитель И.В. Зуев
кандидат биологических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

Хирономиды (Chironomidae), или комары-звонцы, – семейство длинноусых двукрылых насекомых с полным метаморфозом, процветающее в современных условиях благодаря своей экологической пластичности. Разнообразие видов данного семейства может являться показателем сформированности фауны водоема, а также индикатором состояния водной среды. Они удовлетворяют многим требованиям, применяемым к биоиндикаторам, среди которых: удобство сбора и обработка, повсеместная встречаемость, относительно высокая плотность и крупные размеры, а также достаточно продолжительный срок жизни, чтобы аккумулировать загрязняющие вещества за длительный период [9, 11, 12]. Личинки хирономид составляют основу кормовой базы рыб в большинстве водных объектов, включая искусственно создаваемые водохранилища.

В бассейне реки Енисей наиболее молодым водохранилищем является Богучанское, ставшее четвертой нижней ступенью Ангарского каскада ГЭС. Строительство Богучанского гидроузла было начато в 1980 г. и после длительного перерыва возобновлено в 2006 г. Наполнение водохранилища началось в мае 2012 г., а в июне 2015 г. оно было впервые заполнено до проектной отметки 208 м [7]. С момента создания водохранилища мониторинг его гидробиологического и ихтиологического состояния проводился силами НИИ ЭРВ (Красноярск). Было показано, что в 2014 г. донная фауна Богучанского водохранилища являлась довольно бедной по видовому составу и состояла всего из пяти таксономических групп (хирономиды, олигохеты, жуки, амфиподы, брюхоногие моллюски), среди которых по числу видов преобладали представители семейства Chironomidae (11 видов).

Цель исследования. Оценка видового разнообразия личинок хирономид на разных участках акватории Богучанского водохранилища на 2018 г.

Материалы и методы. Личинок хирономид отбирали в июле 2018 г. в литоральной зоне разных участков Богучанского водохранилища в составе комплексной экспедиции НИИ ЭРВ (Красноярск). Отбор проб проводили при помощи коробчатого дночерпателя Экмана – Берджа с площадью захвата 0,025 м², на глубине 1,5–2,5 м. Местами сбора проб являлись: 1 – пелагический риф (залив Сухой); 2 – правобережный приплотинный риф; 3 – русловая часть водохранилища, правый берег (5 км выше каменно-набросной плотины); 4 – русловая часть водохранилища, левый берег (3,5 км выше залива Кодинский); 5 – правобережный барьер из пелагических рифов; 6 – залив Кода; 7 – русловая

* © Машонская Ю.О., 2019

часть водохранилища, левый берег (ориентир залив р. Нижняя речка); 8 – русловая часть водохранилища, правый берег (напротив залива Проспихина); 9 – залив Проспихина, 10 – залив Нижняя Кежма; 11 – залив Пашенный. На каждой станции была отобрана одной проба. Дальнейший анализ проб, включая фиксацию, приготовление морфологических препаратов, видовую диагностику, производили по стандартным методикам [1–3]. Для подтверждения видовой принадлежности хирономид, определенных по морфологически ключам, готовили препараты политенных хромосом и проводили их картирование [2, 3, 6]. Потенциальное видовое разнообразие хирономид по всем изученным пробам оценивали с помощью коэффициента Чжао 2 [10]. Сходство станций отбора проб по видовому разнообразию хирономид оценивали по индексу Жаккара [8]. Все статистические расчеты выполнены в программе PAST 3.24.

Результаты и обсуждение. В результате проведенного исследования по морфологическим ключам идентифицировано 17 видов хирономид из 14 родов, представляющих три подсемейства: Diamesinae, Orthoclaadiinae и Chironominae (трибы Chironomini и Tanytarsini) (таблица).

Таблица

Видовой состав хирономид Богучанского водохранилища, 2018

Вид	Номер станции										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
п/сем. Diamesinae											
<i>Diamesabaicalensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
п/сем. Orthoclaadiinae											
<i>Cricotopusgr. tremulus</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cricotopusgr. trifascia</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cricotopussylvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Parakiefferiellasp.</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
п/сем. Chironominae/Триба Chironomini											
<i>Camptochironomuspallidivittatus</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chironomusnigrocaudatus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+
<i>Criptochironomusgr. defectus</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-
<i>Endochironomusstackelbergi</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Gliptotendipesglaucus</i>	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
<i>Harnischiacurtilamellata</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polypedilumnubeculosum</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-
<i>Sergentia longiventris</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
п/сем. Chironominae/Триба Tanytarsini											
<i>Cladotanytarsusgr. mancus</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paratanitarsussiderophila</i>	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tanytarsuspseudolestagei</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Thanytarsusholochlorus</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Число видов	4	5	6	5	1	1	3	3	6	1	1

Для семи видов получены хромосомные карты, однако кариологическим методом подтверждено определение только двух видов – *Gliptotendipesglaucusi* *Criptochironomusgr. defectus*. Для прочих видов на данный момент не разработаны кариологические ключи, позволяющие проводить видовую диагностику данным методом.

Видовое богатство фауны хирономид Богучанского водохранилища в 2018 г. было сформировано представителями подсемейства Chironominae, занимающим лидирующее место по числу таксонов среди выявленных подсемейств. Чаще всего встречались представители родов *Cricotopus* и *Tanytarsus*. Самыми распространенными являются виды *Polypedilumnubeculosum* и *Criptochironomusgr. defectus*. Количество видов по станциям менялось от 1 (станции 5, 6, 10, 11) до 6 (станции 9, 3). Потенциальное видовое разнообразие хирономид, оцененное по коэффициенту Chao2, составило 21 вид. Наиболее сходными по индексу Жаккара являлись заливы Кода (6) и Нижняя Кежма (11), самым различающимся является правобережный барьер из пелагических рифов по отношению к остальным станциям (рисунок).

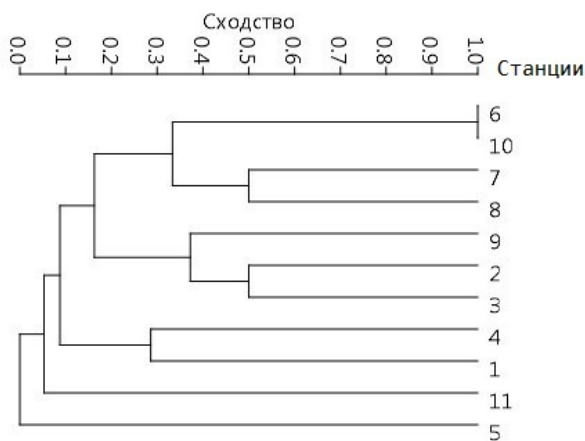


Рис. Индекс сходства видового состава Жаккара

Сходство видового состав личинок хирономид с заливов Кода и Нижняя Кежма связано с близкими экологическими условиями обитания видов, а именно одинаковыми типом грунта (ил, растительные остатки, песок) и глубиной взятия проб (1,5 м).

Проведенный нами ранее метаанализ показал, что видовое разнообразие хирономид в бассейне Енисея составляет около 214 видов, в Ангаре – 140 видов[5]. Макрозообентос участка реки Ангары до начала строительства Богучанского водохранилища включал в себя 58 видов личинок семейства Chironomidae [4]. После наполнения водохранилища видовое разнообразие хирономидофауны значительно уменьшилось. В период с 2014 по 2017 г. сотрудниками НИИ-ЭРВ описано 24 вида, большая часть которых обнаружена в ходе проведенного исследования. Таким образом, современный состав хирономид Богучанского водохранилища является обедненным относительно периода незарегулированного стока и находится на стадии формирования.

Список литературы

1. Абакумова В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л. : Гидрометеоздат, 1983. 240 с.
2. Голыгина В. В., Ермолова О. В., Брошков А. Д. Хирономиды – модельный объект кариологических исследований : метод. пособие. Новосибирск, 2013. 46 с.
3. Кикнадзе И. И., Истомина А. Г., Гундерина Л. И., Салова Т. А., Айманова К. Г., Саввинов Д. Д. Кариофонды хирономид криолитозоны Якутии : монография. Новосибирск : Наука, 1996. 166 с.
4. Клеуш В. О., Ануфриева Т. Н. Гидробиологическая и ихтиологическая характеристики некоторых водоемов правобережной части бассейна Нижнего Енисея // Рыбное хозяйство. 2007. № 1. С. 92–93.
5. Машонская Ю. О. Оценка биологического разнообразия хирономид (Diptera, Chironomidae) бассейна реки Енисей : курсовая работа [Место защиты: ИФБиТ СФУ]. Красноярск, 2018. 50 с.
6. Соколова Н. Ю., Баканов А. И. Методика количественного учета и выявления пространственного распределения бентоса (хирономид) : метод. пособие по изучению хирономид. Душанбе : Изд-во «Дониш», 1982. С. 8–19.
7. Усольцева М. В., Титова Л. А. Фитопланктон приплотинного участка Богучанского водохранилища в 2016–2017 гг. // Acta Biologica Sibirica. 2017. Т. 3. № 3. С. 57–65.
8. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология : методы системной идентификации: учеб.-метод. пособие. Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
9. Яворская Н. М. Хирономиды (Diptera, chironomidae) бассейна Нижнего Амура. Фауна, систематика, распространение : диссертация [Место защиты: Биолого-почвен. ин-т ДВО РАН]. Владивосток, 2010. 266 с.
10. Chao A., Colwell R. K., Lin C. W., Gotelli N. J. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators // Ecology. 2009. Т. 90. № 4. P. 1125–1133.
11. Ferrington Jr. L. C. Global diversity of non-biting midges (Chironomidae; Insecta-Diptera) in freshwater // Hydrobiologia. 2008. № 595. P. 447–455.
12. Pinder L. C. V. Biology of freshwater Chironomidae // Ann. Rev. Entomol. 1986. № 31. P. 1–23.

МОДЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕРИ ВОДОПРОВОДИМОСТИ КЛЕТОК ХВОЙНЫХ В ПЕРИОД ЗАМЕРЗАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ

А.А. Никифоров*

Научный руководитель И.В. Свидерская
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Деревья являются главными депонентами углерода на планете. Количество накопленного ими углерода из атмосферы напрямую зависит от водопродимости ксилемы:

$$E = (\Psi_{soil} - \Psi_{leaf})K_{plant}, \quad (1)$$

где E – скорость эвапотранспирации, $(\Psi_{soil} - \Psi_{leaf})$ – градиент водного потенциала между корнями и кроной (МПа); K_{plant} – гидравлическая проводимость дерева [1].

При перепадах температур в связи с замерзанием-оттаиванием воды в дереве часть проводящих клеток теряет свою проводящую способность, то есть эмболизируется [2]. Существует ряд экспериментальных методов по созданию потери проводимости в лабораторных условиях (air dehydration, air injection, centrifugation и др.) и ряд экспериментальных методов по измерению потери проводимости (acoustic emissions, air flow и др.) [3]. Перечисленные методы имеют ряд недостатков: необходимо специальное оборудование, требуется немало времени на приготовление образцов и проведение эксперимента.

В работе ставятся следующие задачи: 1) разработка метода оценки потери водопродимости клеток ксилемы в связи с замерзанием-оттаиванием воды как функции их диаметра; 2) выяснение, каким образом факт того, что годичное кольцо состоит из разного количества клеток разного размера, влияет на потерю проводимости этого кольца в период замерзания-оттаивания.

Теоретическую зависимость процента потери проводимости (PLC_{FT}) от диаметра проводника (d) было решено получить с помощью аппроксимации доступных экспериментальных значений. Существует ряд работ, где представлена экспериментальная зависимость PLC_{FT} от диаметра в явном виде. Для аппроксимации был выбран график, содержащий наибольшее количество точек и покрывающий наиболее широкий диапазон значений диаметра (рис. 1.) [4].

С использованием математического пакета «Origin 8.0» была проведена аппроксимация выбранного графика функцией Вейбулла и получено уравнение зависимости $PLC_{FT}(d)$:

$$PLC_{FT} = 101.324 - (101.324 - 7.035) * (-(0.024d)^{5.597}). \quad (2)$$

* © Никифоров А.А., 2019

Далее, используя уравнение (2) и принимая проводимость клетки K за диаметр ее люмена, возведенный в четвертую степень, рассчитывается теоретическая потеря проводимости набора средних трахеидограмм годовичных колец дерева вида *Pinus sylvestris*. Предполагается, что годовичное кольцо состоит из целого числа одинаковых средних трахеидограмм.

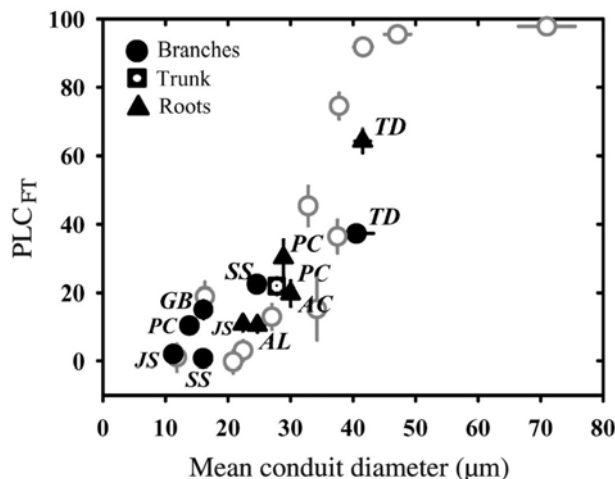


Рис. 1. Процент потери проводимости в связи с замерзанием-оттаиванием (PLC_{FT}) как функция от диаметра проводника в корнях, стволе и ветках. ($n \geq 6$). График отображает полученные значения в этой работе (закрашенные символы) [4], наложенные на значения предыдущего исследования (не закрашенные символы) [5].
 Аббревиатуры: AC = *Abies concolor*; AL = *Abies lasiocarpa*; GB = *Gingko biloba*; JS = *Juniperus scopulorum*; PC = *Pinus contorta*; SS = *Sequoia sempervirens*; D = *Taxodium distichum*

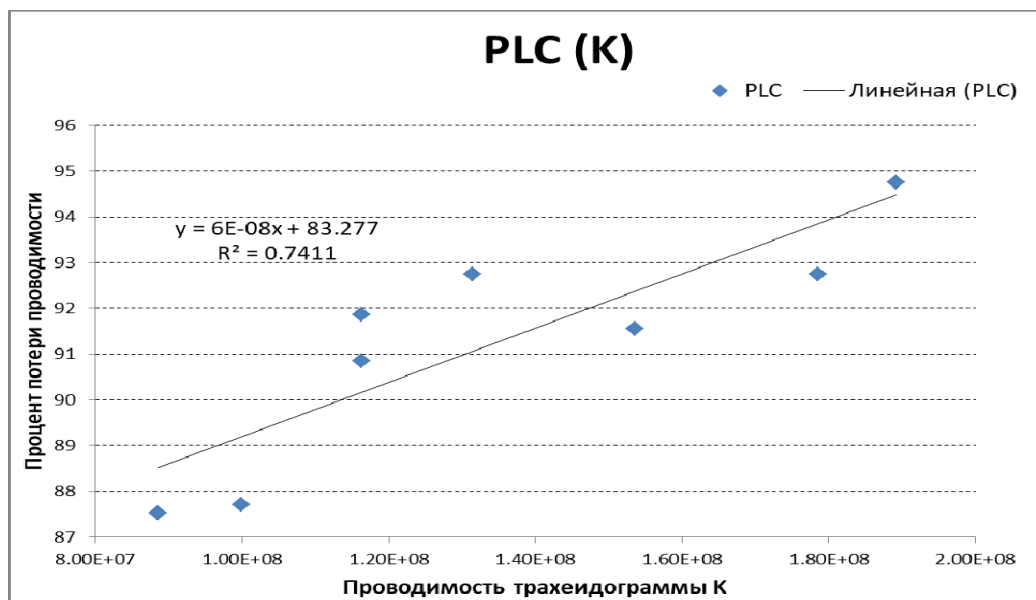


Рис. 2. Зависимость процента потери проводимости трахеидограммы (годовичного кольца) (PLC) от ее начальной проводимости K

Факт того, что трахеидограмма состоит из клеток разного размера, а не одинакового, переводит быстрорастущую функцию Вейбулла зависимости PLC

(d) на уровне клетки в более медленно растущую прямую зависимость на уровне трахеидограммы (годового кольца) (рис. 2). Это позволяет дереву сохранить большее количество клеток в функционирующем (не эмболизированном) состоянии после периода заморозания-оттаивания.

Список литературы

1. Brodribb T. J. Xylem hydraulic physiology: The functional backbone of terrestrial plant productivity // *Plant Science*. 2009. № 177. Pp. 245–251.
2. Charrier G., Charra-Vaskou K., Kasuga J. [et. al.] Freeze-thaw Stress: Effects of Temperature on Hydraulic Conductivity and Ultrasonic Activity in Ten Woody Angiosperms // *Plant Physiology*. 2014. № 164. Pp. 992–998.
3. Venturas M. D., Sperry J. S., Hacke U. G. Plant xylem hydraulics: What we understand, current research, and future challenges // *Journal of Integrative Plant Biology*. 2017 № 59. Pp. 356–389.
4. Pittermann J., Sperry J. Tracheid diameter is the key trait determining the extent of freezing-induced embolism in conifers // *Tree Physiology*. 2003. № 23. Pp. 907–914.
5. Davis S. D., Sperry J. S., Hacke U. G. The relationship between xylem conduit diameter and cavitation caused by freezing // *American Journal of Botany*. 1999. № 86. Pp. 1367–1372.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ТРИТИЯ НА БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЮ МОРСКИХ БАКТЕРИЙ И СОДЕРЖАНИЕ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА

Е.И. Ноговицына*

Научный руководитель Н.С. Кудряшева^{1,2}
доктор физико-математических наук
Научный руководитель Т.В. Рожко³
кандидат биологических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт биофизики СО РАН*

³*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

Рост загрязнения окружающей среды техногенными радионуклидами ставит перед исследователями новую задачу – изучение механизмов воздействия низкодозового облучения на организмы. Радиоактивный изотоп водорода, тритий, является одним из самых распространенных продуктов распада радиоизотопов, использующихся в ядерной промышленности. Известно, что радиоактивный распад в водных средах, насыщенных кислородом, приводит к образованию активных форм кислорода (АФК) [1–3], которые могут воздействовать на обитателей водной среды. С другой стороны, АФК являются продуктами естественного метаболизма водных организмов [4, 5]. Варьирование содержания АФК может оказывать влияние на все водные организмы, активируя или ингибируя их физиологические функции.

Целью работы является выявление взаимосвязи между интенсивностью биолюминесценции и содержанием АФК в бактериальных суспензиях при хроническом низкодозовом воздействии трития. В качестве источника трития использовали тритиевую воду. В качестве физиологической функции бактерий рассматривали интенсивность биолюминесценции бактерий. Для определения содержания АФК применяли хемилюминесцентный люминольный метод. Интенсивность хемилюминесценции и биолюминесценции бактерий контрольных (нерадиоактивных) и радиоактивных (в присутствии трития удельной радиоактивности 0,03 МБк/л, 4 МБк/л и 500 МБк/л) суспензий бактерий регистрировали с помощью люминометра Luminoskan Ascent. Максимальное время воздействия тритиевой воды составляла 0,08 Гр, что не превышает условного предела низких доз. Кинетики биолюминесценции и содержания АФК представлены на рисунке. Показано, что хроническое воздействие трития активирует биолюминесценцию бактерий по сравнению с контрольным образцом приблизительно в три раза (рисунок, А). Хемилюминесцентный метод выявил увеличение содержания АФК в бактериальной суспензии также приблизительно в три раза (рисунок, Б). Не наблюдали зависимости интенсивности бактериальной биолюми-

* © Ноговицына Е.И., 2019

несценции (рисунок, А) и содержания АФК (рисунок, Б) от удельной радиоактивности растворов в условиях низкодозовой нагрузки (кривые 1, 2, 3 практически совпали).

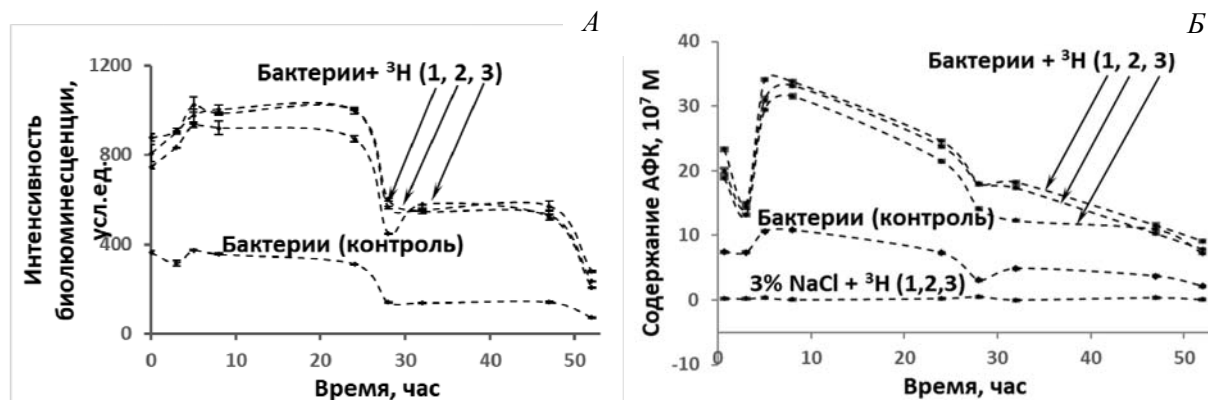


Рис. Зависимости интенсивности биолюминесценции (А) и содержания АФК (Б) от времени хронического воздействия трития на бактериальные суспензии.

Удельные радиоактивности в бактериальных суспензиях:

1 – 0,03 МБк/л; 2 – 4 МБк/л; 3 – 500 МБк/л

Оценены корреляции между интенсивностью биолюминесценции и содержанием АФК в контрольных (нерадиоактивных) и радиоактивных бактериальных суспензиях, рассчитаны коэффициенты корреляции Спирмена, r .

Таблица

Коэффициенты корреляции между интенсивностью бактериальной биолюминесценции и содержанием АФК в контрольном и радиоактивных бактериальных суспензиях

Коэффициенты корреляции Спирмена, r			
Контроль	0,03 МБк/л	4 МБк/л	500 МБк/л
0,89	0,83	0,90	0,89

Результаты показали высокие положительные корреляции ($r > 0,7$) между интенсивностью бактериальной биолюминесценции и содержанием АФК во всех бактериальных средах – контрольных и радиоактивных. Можно сделать вывод, что активация физиологической биолюминесцентной функции бактерий тритием связана с образованием АФК в бактериальных средах.

Изучено содержание АФК в тритиевой воде при отсутствии бактериальных клеток (рисунок, Б, кривая 3 % NaCl + ^3H (1, 2, 3)). Показано, что содержание АФК в этих средах низкое; следовательно, рост образования АФК в бактериальных суспензиях является результатом интенсификации метаболических кислород-зависимых процессов в бактериях под действием трития.

Низкодозовое воздействие трития на бактериальную биолюминесценцию может быть объяснено: (1) «триггерной» функцией продуктов распада трития, запускающих метаболические кислород-зависимые процессы (включая биолю-

минесценцию); (2) сигнальной ролью АФК как межклеточных мессенджеров и «эффектом свидетеля» в бактериальной суспензии; (3) фиксированным количеством бактериальных клеток ($3 \cdot 10^3$ клеток на миллилитр), что обеспечивает верхний предел интенсивности биолюминесценции и содержания АФК в бактериальных суспензиях в условиях низкодозовой радиационной нагрузки.

Таким образом, повышение содержания АФК следует всегда учитывать в условиях загрязнения тритием в Мировом океане, а также в реках, озерах и других природных экосистемах.

Список литературы

1. Selivanova M. A., Rozhko T. V., Devyatlovskaya A. S., Kudryasheva N. S. Comparison of chronic low-dose effects of alpha – and beta-emitting radionuclides on marine bacteria // *Cent. Eur. J. Biol.* 2014. 9. P. 951–959.
2. Alexandrova M., Rozhko T., Vydryakova G., Kudryasheva N. Effect of americium-241 on luminous bacteria. Role of Peroxides // *J. Environ. Radioact.* 2011. 102. P. 407–411.
3. Azzam E. I., Jay-Gerin J. P., Pain D. Ionizing radiation-induced metabolic oxidative stress and prolonged cell injury // *Cancer Lett.* 2012. 327. P. 48–60.
4. Brynildsen M. P., Winkler J. A., Spina C. S., MacDonald I. C., Collins J. J. Potentiating antibacterial activity by predictably enhancing endogenous microbial ROS production // *Nat. Biotechnol.* 2013. 31. P. 160–165.
5. Ezraty B., Gennaris A., Barras F., Collet J. F. Oxidative stress, protein damage and repair in bacteria // *Nat. Rev. Microbiol.* 2017. 15. P. 385–396.

АНТИМИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ (ВЛИЯНИЕ) МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА РОСТ КОЛОНИЙ *PSEUDOMONAS AERUGINOSA*

А.П. Ованесян¹, Л.С. Тирранен^{2*}

Научный руководитель С.В. Столяр
доктор физико-математических наук

¹Сибирский федеральный университет

²ФИЦ КНЦ СО РАН

В настоящее время устойчивые к антибиотическим препаратам формы микроорганизмов встречаются очень часто. Резистентность к антибиотикам возрастает во всем мире. Новые механизмы устойчивости появляются повсюду, угрожая способности лечить распространенные инфекционные заболевания. Все больше инфекций становится труднее лечить из-за снижения эффективности антибиотиков [1, 2]. Новыми антимикробными агентами рассматриваются наноразмерные материалы [3]. Цель исследования – выявить и оценить влияние 1 % и 0,25 % концентраций, доз суспензии (0,1; 0,05; 0,02; 0,01 мл), длительности воздействия (до 66 ч) магнитных наночастиц серебра размером 50 нм на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa*.

Наночастица – это несколько тысяч атомов серебра, объединённых в маленькие кристаллы, они уравновешены и нейтральны. Наносеребро легко проникает во внутренние слои кожи и оказывает сильное антибактериальное действие именно за счёт своего размера [4].

Бактерии *Pseudomonas aeruginosa* – грамотрицательные подвижные палочковидные бактерии. Обитают в воде, почве, условно-патогенные для человека, возбудитель нозокомиальных инфекций у человека. Лечение затруднительно ввиду высокой устойчивости к антибиотикам.

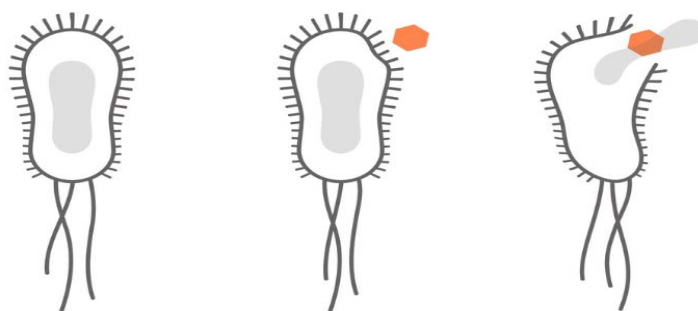


Рис. 1. Схема воздействия наночастиц серебра на бактерии

Наночастица действует иначе, она разрушает клеточную стенку бактерии, вызывая ее моментальную гибель от физического разрушения, а не от отравле-

* © Ованесян А. П., Тирранен Л. С., 2019

ния токсином. Бактерия распадается и погибает, а наночастица способна функционировать дальше. Этот путь уничтожения бактерии не оставляет ей возможности адаптироваться, выработать механизм защиты и его следующим поколениям [5].

Цель исследования. Выявить и оценить влияние концентраций (1 % и 0,25 %), доз суспензии (0,1; 0,05; 0,02; 0,01 мл), длительности (до 66 ч) воздействия магнитных частиц серебра на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa* в опыте и контроле (без наночастиц).

Материалы и методы

Объектами исследований были магнитные наночастицы FeP@Ag и тест-бактерии (*Pseudomonas aeruginosa*), росшие на рыбо-пептонном агаре (РПА).

Образец порошков был получен методом химического осаждения. Порошки ресуспендировались в стерильной колбе со 100 мл отстоянной водопроводной воды, в течение 4 минут обрабатывались аппаратом «Волна» (аппарат ультразвуковой технологический УЗТА-04/22-ОМ производства «Центр ультразвуковых технологий – www.u-Sonic.ru»). Затем колбу с водной взвесью стерилизовали при 1 атм.

На поверхность предварительно разлитой в стерильные чашки Петри агаризованной питательной среды РПА наносили 0,1 мл полученной водной взвеси порошка и растирали стерильным шпателем. Порошок Ag получен из раствора состава: нитрат серебра, гипофосфит натрия, гидроксид натрия.

Из суточных тест-бактерий *Pseudomonas aeruginosa* по оптическому стандарту мутности на 5 единиц готовили суспензию, которой пастеровскими пипетками заполняли лунки станины репликатора (рис. 2).



Рис. 2. Репликатор: ручка со штырьками (вверху) и станина с лунками (внизу)

С помощью ручки репликатора делали реплики до 25 тест-бактерий одновременно на поверхность агаризованной питательной среды РПА с исследуемыми наночастицами в чашках Петри. Чашки с засеянными тест-бактериями инкубировали в термостате при 37 °С. Рост колоний *Pseudomonas aeruginosa* зависел от действия наночастиц.

Реакции колоний *Pseudomonas aeruginosa* на действие наночастиц оценивали в течение трех суток их совместного роста по разнице в размерах колоний *Pseudomonas aeruginosa* в опыте и контроле [6]. Контролем служили чашки с тест-бактериями, не подвергавшиеся действию наночастиц.

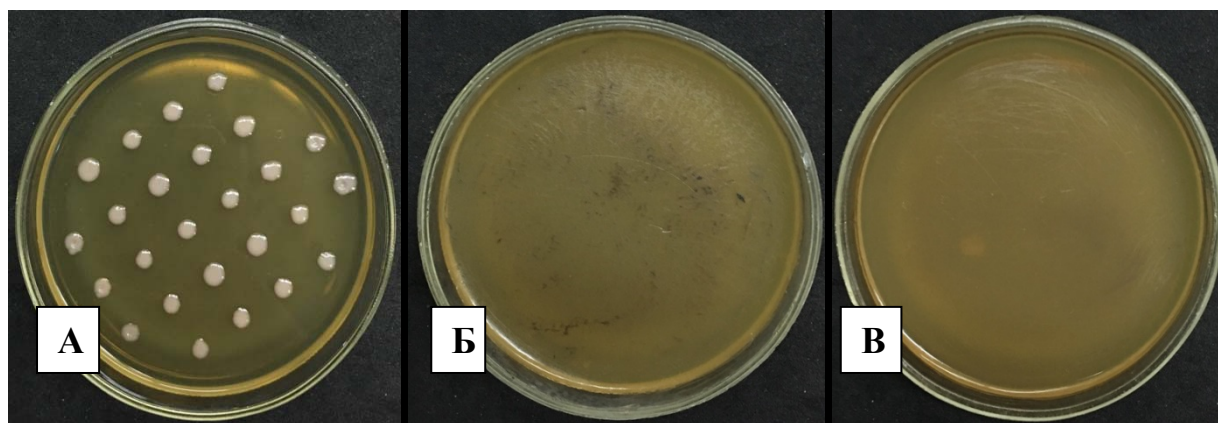
Статистическую обработку данных проводили по Г. Ф. Лакину [7]. Учитывали среднюю арифметическую величину колоний исследуемых бактерий, ошибку средней арифметической. Критерием оценки служила стандартная величина нормированного отклонения (t_{st}) для 95–99,9 %-го уровня значимости.

Воздействие испытуемых магнитных композиционных наночастиц на бактерии *Pseudomonas aeruginosa* оценивали как положительное (стимулирующее) или отрицательное (ингибирующее), когда размер колоний тест-бактерий в опыте был достоверно увеличен или снижен по сравнению с контролем. Если размер колоний в опыте достоверно не отличался от контроля, действие магнитных наночастиц FeP@Ag оценивали как недостоверное.

Результаты и их обсуждение

На рис. 3, 4 представлены результаты опыта по влиянию 0,25 % и 1 % концентраций и доз суспензии магнитных наночастиц (0,1 мл) FeP@Ag на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa* (в двадцати пяти повторностях) через 30 ч инкубирования в термостате при 37 °С.

Выявлена динамика роста колоний бактерий в зависимости от концентраций, доз и длительности воздействия магнитных наночастиц серебра на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa*.

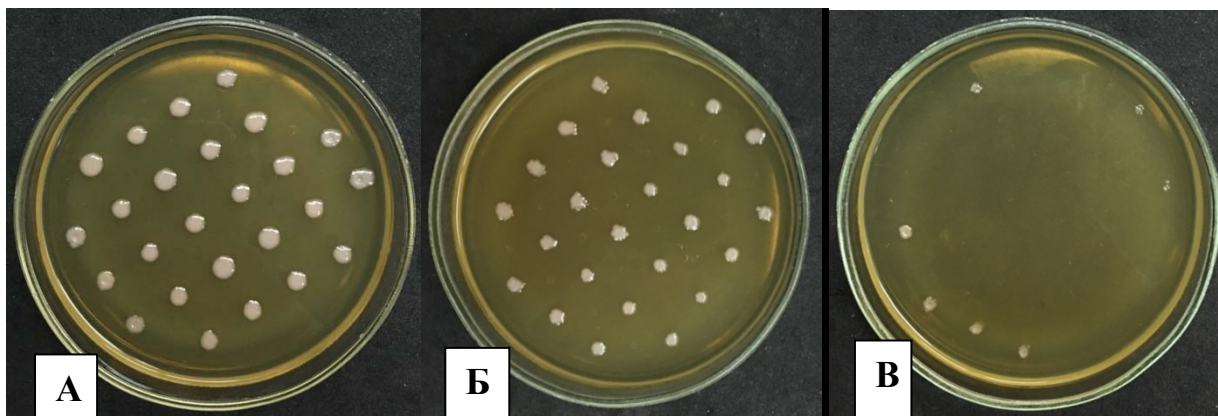


А – контроль – 25 колоний *Pseudomonas aeruginosa*.

Б – Бактерицидное действие (отсутствие роста 25 колоний *Pseudomonas aeruginosa* при 0,25 % концентрация наночастиц серебра, дозе = 0,1 мл, времени воздействия – 30 ч).

В – Бактерицидное действие (отсутствие роста 25 колоний *Pseudomonas aeruginosa* при 1 % концентрации наночастиц серебра, дозе = 0,1 мл, времени воздействия – 30 ч)

Рис. 3. Колонии *Pseudomonas aeruginosa* в 25 повторностях после 30 ч культивирования в термостате в чашках Петри при температуре + 37 °С на рыбо-пептонном агаре (РПА)



А – контроль (25 колоний *Pseudomonas aeruginosa*).

Б – Бактериостатическое действие при 0,25 % концентрации наночастиц серебра и дозе = 0,02 мл, времени воздействия – 30 ч.

В – Бактериостатическое действие на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa* при 1 % концентрации наночастиц серебра, дозе = 0,02 мл, времени воздействия – 30 ч)

Рис. 4. Колонии *Pseudomonas aeruginosa* в 25 повторностях после 30 ч культивирования в термостате в чашках Петри при температуре + 37 °С на рыбо-пептонном агаре (РПА)

Таким образом, в опыте выявлено бактерицидное действие магнитных наночастиц FeP@Ag на рост колоний *Pseudomonas aeruginosa* в 25 повторностях.

Список литературы

1. Шкурат М. А., Покудина И. О., Батгалов Д. В., Резистентность микроорганизмов к антимикробным препаратам // Живые и биокосные системы. 2014. № 10. URL: <http://jbks.ru/archive/issue-10/article-10>.
2. Устинов А. В. Новый доклад ВОЗ по антибиотикорезистентности. URL: <https://www.umj.com.ua/article/120095/novyj-doklad-voz-po-antibiotiko-rezistentnosti>.
3. Иванов В. Н., Ларионов Г. М., Кулиш Н. И. и др. Некоторые экспериментальные и клинические результаты применения катионов серебра в борьбе с лекарственно-устойчивыми микроорганизмами // Серебро в медицине, биологии и технике / Сиб. отд. РАМН. 1995. № 4. С. 53–62.
4. URL: <http://oelia.ru/wp-content/uploads/2015/02/pic32.jpg>
5. URL: http://evolutsilver.ru/media/page_photos/0000/photo_231.wide.jpeg?_=1511870471
6. Патент № RU 2410437 Тирранен Л. С., Торотенкова В. Н., Сказка Т. Б. Способ определения бактериостатического, бактерицидного и стимулирующего действия антибиотика на микроорганизмы, Бюл. 2011. № 3.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М. : Высшая школа, 1990. 352 с.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРИТИЯ НА СПЕКТРЫ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ТЕРМОРАЗРЯЖЕННОГО ЦЕЛЕНТЕРАМИД-СОДЕРЖАЩЕГО БЕЛКА ОБЕЛИНА

А.В. Райков*

Научный руководитель Н. С. Кудряшева
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Биологические эффекты низкодозовой радиации представляют в настоящее время особый интерес. В связи с этим актуальным является изучение воздействия низкоинтенсивной радиации на биологические объекты различной сложности – организмы, клетки, ферментативные системы и отдельные ферменты. Известно, что низкодозовая радиация способна активировать физиологические функции организмов (так называемый эффект радиационного гормезиса). Ранее [1] на примере бактериальной биолюминесценции показано, что радионуклид тритий может активировать биолюминесценцию как бактериальных клеток, так и сопряженных ферментативных систем, включающих бактериальные ферменты. Возникает вопрос о том, проявляется ли эффект активации на уровне элементарных физико-химических процессов в простейших биологических процессах.

В качестве простейшей биологической системы выбрана фотохимическая реакция переноса протона в целентерамид-содержащем флуоресцентном белке («разряженном» фотопротеине обелине) – продукте биолюминесцентной реакции морского кишечнорастворимого *Obelia longissima* [2]. Использование этой реакции в качестве простейшего «цветного» флуоресцентного биотеста предложено впервые в работе [3]. Это использование основано на том, что токсичные вещества, включая радиоизотопы, способны влиять на функциональные группы белка, изменять его структуру, уменьшать эффективность фотохимического переноса протона и, следовательно, изменять вклады фотолюминесценции протонированной и депротонированной форм целентерамида, связанного с белком (рис. 1).

Целью работы было определить возможность увеличения эффективности фотохимического переноса протона в целентерамид-содержащем флуоресцентном белке (разряженном фотопротеине обелине) под действием низкодозовой радиации. Для этого готовили препарат целентерамид-содержащего белка со значительным вкладом фиолетовой компоненты. Проводили «разрядку» фотопротеина обелина в отсутствие кальция при температуре 40 °С в течение 5 суток в соответствии с известной методикой [4]. Соотношение вкладов фиолетовой и зеленых компонент в контрольных и радиоактивных образцах составляло 1:3. Концентрация обелина в растворе – 0,17 мг/мл.

* © Райков А.В., 2019

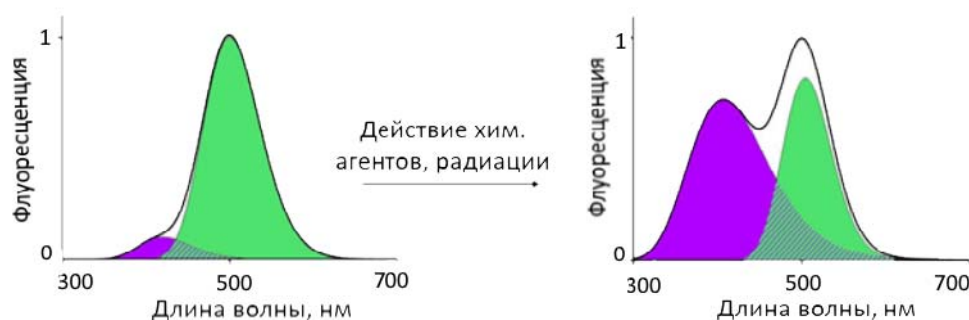


Рис. 1. Изменение спектров фотолюминесценции целентерамид-содержащих белков под действием химических реагентов или радиации [3]

В качестве источника радиоактивного излучения выбрали бета-излучающий радионуклид тритий. Тритий – радиоактивный изотоп водорода, который распространён в природе в основном в составе тритиевой воды и обладает высокой проникающей способностью. Так как энергия распада трития мала (18,6 кэВ), он является удобным объектом для изучения влияния низкодозовой радиации на различные биологические системы в условиях низких и средних доз облучения. В экспериментах использовали тритиевую воду с удельной радиоактивностью 200 кБк/мл. Образцы подвергали воздействию трития в течение 20 суток. Максимальная доза, накопленная образцами, составляла 0,3 Грей, что близко к условному пределу низких радиационных доз.

На рис. 2 представлена зависимость вкладов фиолетовой и зеленой компонент спектра флуоресценции целентерамид-содержащего белка (разряженного обелина) от времени воздействия бета-излучения трития (в составе тритиевой воды).

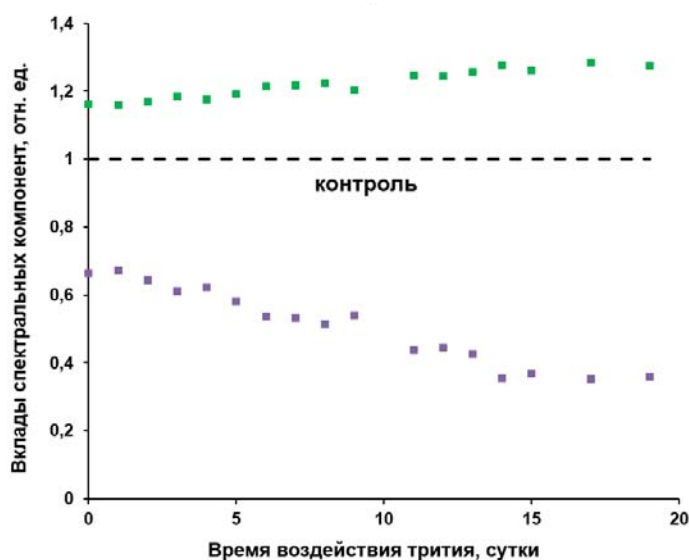


Рис. 2. Изменение вкладов фиолетовой и зеленой компонент в спектре флуоресценции целентерамид-содержащего белка (разряженного обелина) под действием бета-излучения трития. Длина волны фотовозбуждения 350 нм, T=20 С, 200 кБк/мл

Уменьшение вклада «фиолетовой» компоненты свидетельствует о росте эффективности переноса протона в фотохимическом процессе. Вероятно, ионизация среды, происходящая в ходе распада трития, влияет на внешние группы белкового комплекса, что приводит к оптимизации его структуры и увеличению эффективности переноса протона в фотобиохимическом процессе.

Таким образом, полученные экспериментальные результаты свидетельствуют об увеличении эффективности переноса протона в целентерамидсодержащем белке в присутствии трития. Следовательно, обнаружена активация фотобиологического процесса протона под действием низкодозовой радиации трития.

Список литературы

1. Selivaniva M. A., Mogilnaya O. A., Badun G. A., Vydryakova G. A., Kuznetsov A.M., Kudryasheva N. S. Effect of tritium on luminous marine bacteria and enzyme reactions // *Journal Of Environmental Radioactivity*. 2013. № 130. С. 19–25.
2. Vysotski E. S., Markova S. V., Frank L. A. Calcium-regulated photoproteins of marine coenleterates // *Mol. Biol.* 2006. № 40. С. 355–367.
3. Alieva R. R., Kudryasheva N. S. Variability of fluorescence Spectra of Coelenteramide-Containing Proteins as a Basis for Toxicity Monitoring // *Talanta*. 2017. № 170. С. 425–431. DOI № 10.1016/j.talanta.2017.04.043.
4. Alieva R. R., Belogurova N. V., Petrova A. S., Kudryasheva N. S. Fluorescence properties of Ca²⁺-independent discharged obelin and its application prospects // *Anal. Bioanal. Chem.* 2013. № 405. С. 3351–3358. doi №10.1007/s00216-013-6757-9.

АНАЛИЗ ПОПУЛЯЦИЙ *CORYDALIS BRACTEATA SENSU LATO* В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

К.К. Рябова*

Научный руководитель И.Е. Ямских
доктор биологических наук

Сибирский федеральный университет

Генетический анализ в настоящее время занимает главенствующее положение, наряду с морфологическим, при идентификации растений. Интерпретация анализа генетического сходства популяций помогает определить степень их изменчивости, способности к адаптациям.

В качестве объекта исследования был выбран жёлтоцветковый эфемероид – хохлатка крупноприцветниковая *Corydalis bracteata* (Steph. ex Willd.) Pers. s. l., обширно произрастающий в лесах и высокогорьях Красноярского края, а также в республике Хакасия. Данный вид имеет различные морфологические модификации, большинство из которых являются приспособлением к вегетативному размножению, а также проявляются при произрастании в условиях высокогорья.

Цель работы – провести сравнительный анализ морфологического и генетического разнообразия популяций хохлатки, произрастающей на территории Красноярского края и республики Хакасия.

Сбор материала проводился в период с 2015 по 2018 г. в пределах:

– Красноярской лесостепи (Емельяновский район):

Сб-1 – березово-еловый лес разнотравно-осочковый (окр. п. Щербавод);

Сб-2 – сосново-березовый лес разнотравный (окр. с. Арейское);

Сб-3 – смешанный осочково-разнотравный лес (окр. д. Крутая);

– Восточного Саяна (Березовский район):

Сб-4 – осиново-березовый лес высокотравный (пойма руч. Лалетина);

Сб-5 – пихтарник разнотравно-папоротниковый (дол. р. Бирюса);

– Западного Саяна (Ермаковский район):

Сб-6 – пойменный ивняк высокотравный (долина р. Б. Кебеж);

Сб-7 – ивняк папоротниково-широкотравный (пойма Алеева ключа);

Сб-8 – пихтарник крупнотравно-широкотравный (пойма р. Чебижек);

Сб-9 – субальпийское пихтовое редколесье (смотровая площадка природного парка «Ергаки»);

Сб-10 – субальпийский луг высокотравный (район Циркового озера);

Сб-11 – кедрово-еловое редколесье (долина руч. Горный);

Сб-12 – кедрово-еловое редколесье (пойма руч. Тушканчик);

Сб-13 – кедрово-пихтово-еловый лес разнотравно-папоротниковый (долина р. Таловка, экотропа на гору Борус);

* © Рябова К.К., 2019

Сб-14 – пихтово-кедрово-еловое редколесье (тропа на г. Тушканчик); отрогах Кузнецкого Алатау (Ширинский район, Хакасия);

Сб-15 – смешанный лес разнотравно-осочковый (окр. п. Коммунар). Объект исследования – популяции *C. bracteata*.

В результате изучения морфологической изменчивости *Corydalis bracteata* s.l. выявлено, что большинство морфометрических признаков характеризуются средним и высоким уровнями изменчивости, согласно шкале С. А. Мамаева [1]. Максимальная внутривидовая изменчивость и скоррелированность морфологических признаков характерна для красноярских популяций (Сб-1, Сб-2, Сб-3) и популяций, произрастающих в условиях высокогорий (Сб-9, Сб-10), а минимальная – для пойменного пихтарника (Сб-8).

Методом кластерного анализа на основе алгоритмов восходящей иерархической кластеризации методом Уорда (метрика расстояния – евклидово расстояние) выявлено сходство популяций по морфологическим признакам. В первый кластер объединились популяции, не имеющие клубня в пазухе прикорневого листа, во второй – популяции с длинными осевыми частями и крупными вегетативными органами, в третий – высокогорные западносаянские популяции, особи которых характеризуются небольшими размерами вегетативных органов, в четвертый – популяции хохлатки, с промежуточными значениями линейных размеров (рис. 1).

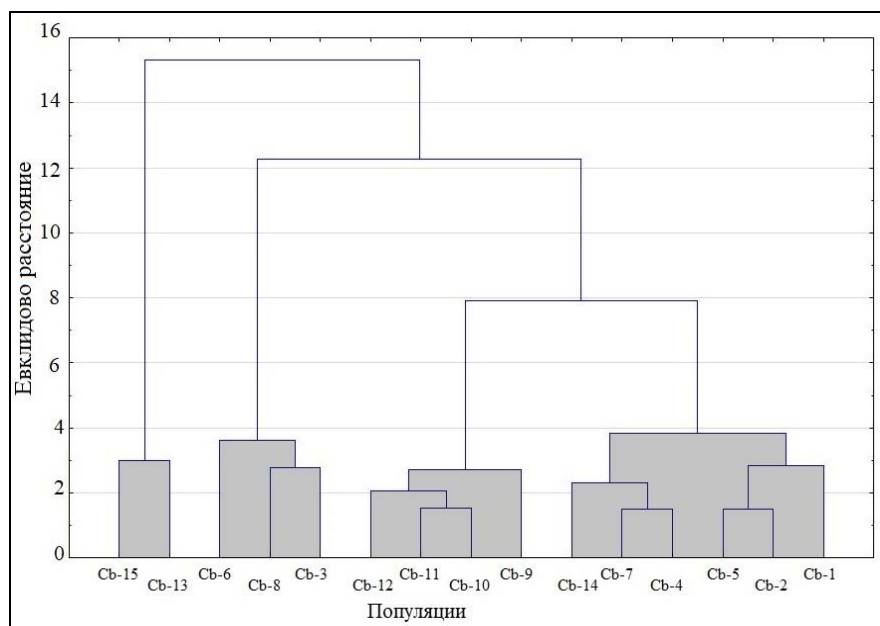


Рис. 1. Дендрограмма сходства популяций *Corydalis bracteata* на основе морфометрических данных: первый кластер (Сб-15, Сб-13), второй кластер (Сб-6, Сб-8, Сб-3), третий кластер (Сб-12, Сб-11, Сб-10, Сб-9), четвертый кластер (Сб-14, Сб-7, Сб-4, Сб-5, Сб-2, Сб-1)

Генетический полиморфизм *C. bracteata* изучен на примере популяций, произрастающих в пределах красноярской лесостепи (Сб-2, Сб-3), Восточного Саяна (Сб-4), Западного Саяна (Сб-6, Сб-7, Сб-9, Сб-13) и Кузнецкого Алатау

(Cb-15). Произведено выделение ДНК по 10 экземпляров растений, не являющихся клонами, в каждой популяции. В анализе использовались ISSR-праймеры, обладающие наибольшим полиморфизмом: 17898В (CA)₆AC), 17899В (CA)₆GG), НВ9 (GT)₆GG), НВ10 (GA)₆CC), НВ12 (CAC)₃GC), НВ13 (GAG)₃GC), НВ14 (CTC)₃GC) [2]. Разделение продуктов амплификации проводилось в 1,6 % агарозном геле в горизонтальной электрофорезной камере при 80V.

В ходе анализа 80 образцов ДНК из 8 популяций, выявлено 4381 фрагмента ДНК, процент полиморфизма которых суммарно составляет 99,38. Число амплифицированных фрагментов ДНК, в зависимости от праймера, варьировало от 11 (17898В и НВ9) до 49 (НВ12).

Максимальный уровень полиморфизма ДНК зафиксирован при использовании праймера НВ12 (84,53 %). Уровень генетического разнообразия в популяциях варьирует от 41,36 до 77,16 % и имеет максимальные показатели в Сб-13 (г. Борус, P = 77,16 %; He = 0,2696; Io = 0,4060). Также высокие показатели генетической изменчивости отмечены для низкогорной западносаянской популяций Сб-6 (P = 69,14 % ;He = 0,2299; Io = 0,3506). Минимальные значения генетического разнообразия зафиксированы для популяции Сб-4, произрастающей в пойме р. Лалетина (P=41,36 %; He=0,1368; Io=0,2086).

Дендрограмма сходства, построенная на основе генетических данных (рис. 2), показывает достоверное объединение популяций, произрастающих в окрестностях г. Красноярска (Сб-2 и Сб-4) и популяций, не имеющих клубенька в пазухе прикорневого листа (Сб-13 и Сб-15).

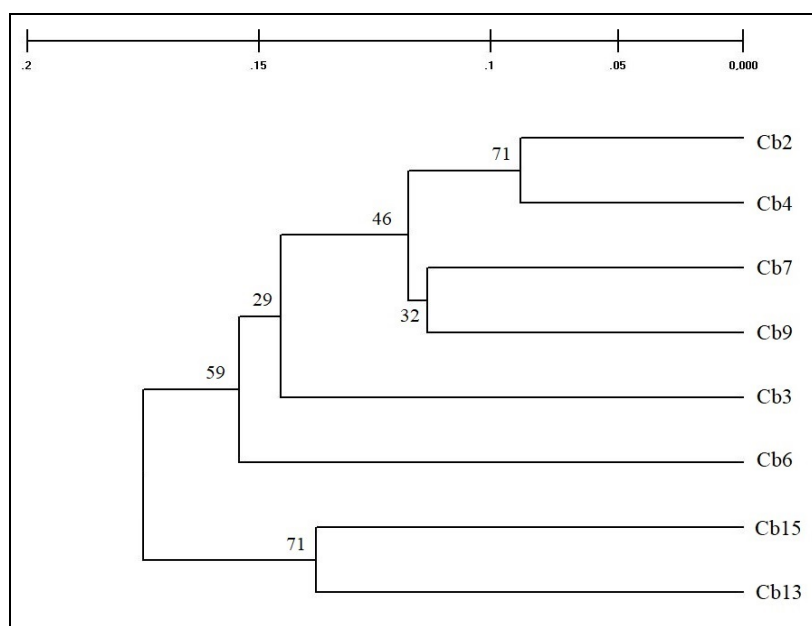


Рис.2. Дендрограмма сходства популяций *Corydalis bracteata* на основе данных ISSR– анализа с коэффициентами бутстрепа

Популяция Сб-6, характеризующаяся клубнем овальной формы, что является диагностическим признаком *C. talpina* [3], занимает обособленное положение

ние. Таким образом, диагностическими признаками можно считать расположение листа на стебле, форму листовую пластинки; наличие и форму клубенька в пазухе прикорневого листа, форму и рассеченность прицветника.

Таким образом, проведенный анализ показал, что популяции желтоцветковой хохлатки на территории южной части Красноярского края и Хакасии характеризуются морфологическим и генетическим разнообразием. Наибольшим генетическим сходством обладают популяции, произрастающие в окрестностях города Красноярска, которые морфологически сходны с большинством изученных популяций из Западного и Восточного Саян. Сходство данных популяций проявляется в наличии небольшого клубенька шаровидной формы в пазухе чешуевидного листа. Отдельную генетически обособленную группу образуют популяции, произрастающие в Кузнецком Алатау и в пойме р. Таловка (г. Борус). Основное отличие данных популяций от остальных заключается в отсутствии дополнительного клубенька в пазухе чешуевидного листа.

Список литературы

1. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. М. : Наука, 1972. 284 с.
2. Zietkiewicz E., Rafalski A., Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification // *Genomics*. Canada, 1994. № 20 (2). С. 176–183.
3. Степанов Н. В. Новые данные о желтоцветковых хохлатках (*Corydalis* DC. – *Fumariaceae*) секции *Corydalis* Красноярского края // *Вестник КрасГАУ*, 2015. Вып. 6. С. 175–182.

ВЫЯВЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ТАКСОНОМИЕЙ, ФУНКЦИЕЙ И ТРИПЛЕТНЫМ СОСТАВОМ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ГЕНОВ НЕКОТОРЫХ ГРИБОВ

В.Д. Федотовская*¹

Научный руководитель М.Г. Садовский²
доктор физико-математических наук, профессор

¹Сибирский федеральный университет

²Институт вычислительного моделирования СО РАН

Выявление связей и закономерностей между структурой нуклеотидной последовательности, кодируемой ею функцией и таксономией носителя данной последовательности является одной из фундаментальных задач биоинформатики. Такого рода исследования зависят от выбранного материала. Ранее в работе [1] исследовалась связь между таксономией носителя и геномом хлоропластов. В работе [2] в качестве генетического материала использовались последовательности зрелых РНК генов 16S РНК бактерий.

В настоящей работе указанная связь изучалась на примере трех протеин-кодирующих генов митохондрий грибов, функционально отвечающих за окислительное фосфорилирование, а именно: *atp6*, *atp8*, *atp9* пяти таксономических единиц – отделов *Basidiomycetes*, *Ascomycetes*, *Blastocladiomycota*, *Chytridiomycota* и *Zygomycota*.

Из полных митохондриальных геномов, депонированных в NCBI GenBank [3], были извлечены указанные гены в двух версиях: зрелые мРНК и исходные последовательности с интронами. Каждая версия была преобразована в частотный словарь триплетов [4] в двух вариантах: с тройным и единичным шагом.

Рассматривалось распределение генов в 64-мерном метрическом пространстве частот триплетов: данные были визуализированы с помощью метода упругих карт [5]. На рис. 1 изображен пример такого распределения на упругой карте, здесь гены *atp6* показаны синими точками, *atp8* – красными, *atp9* – желтыми.

Каждый из полученных словарей в программе *ViDaExpert* [6] разбивался на кластеры для $2 \leq K \leq 5$ методом динамических ядер, результат кластеризации проверялся на устойчивость. Кроме того, был отслежен состав каждого кластера и расхождение точек при увеличении кластеров. На рис. 2 показана такая схема передачи генов. Также мы проверили аналогичную картину для распределения видов; закономерностей здесь найдено не было. Это доказывает доминирование функции над таксономией.

* © Федотовская В.Д., 2019

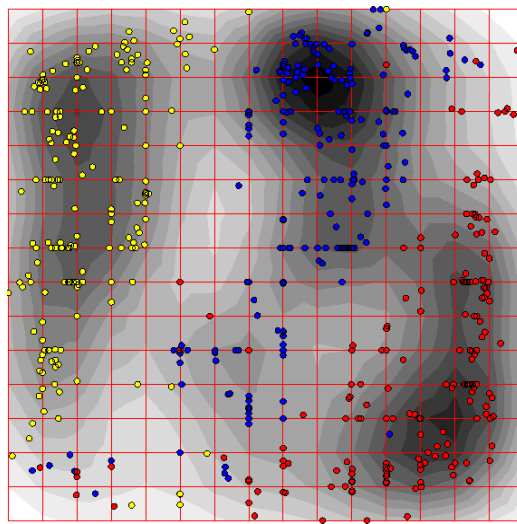


Рис. 1. Распределение генов на упругой карте

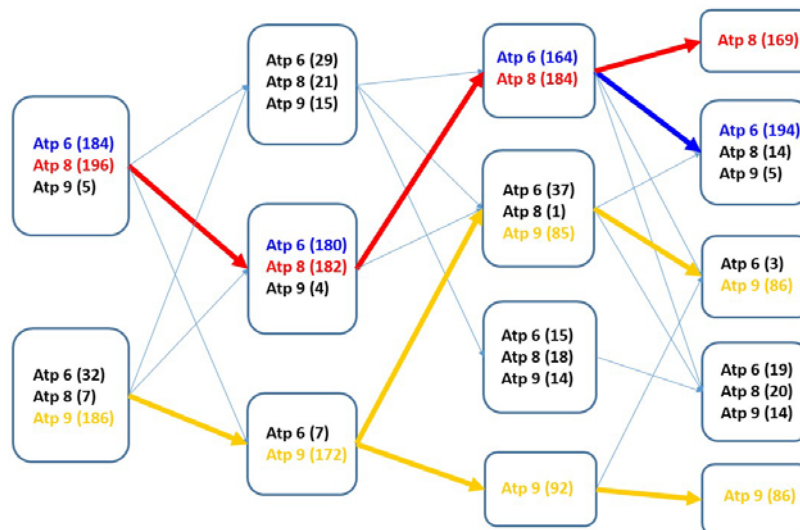


Рис. 2. Распределение генов при делении на классы методом динамических ядер

Список литературы

1. Sadovsky M., Putintseva Y., Chernyshova A., Fedotova V. Genome structure of organelles strongly relates to taxonomy of bearers // *Bioinformatics and Biomedical Engineering* / Ed. by F. Ortuno, I. Rojas. Cham: Springer International Publishing, 2015. Pp. 481–490.
2. Горбань А. Н., Попова Т. Г., Садовский М. Г. Классификация нуклеотидных последовательностей по частотным словарям обнаруживает связь между их структурой и таксономическим положением организмов // *Журнал общей биологии*. 2003. Vol. 64, no. 1. Pp. 65–77.
3. Национальный центр биотехнологической информации : сайт. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
4. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. *Principal Manifolds for Data Visualization and Dimension Reduction* // Springer. 2007.

5. Зиновьев А. Ю. Метод упругих карт для визуализации данных: алгоритмы, программное обеспечение и приложения в биоинформатике : автореф. дис., канд. физ.-мат. наук : 05.13.11 / Зиновьев Андрей Юрьевич. Красноярск, 2001. 27 с.

6. Gorban A. N., Zinovyev A. Y. Fast and user-friendly non-linear principal manifold learning by method of elastic maps // 2015 IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics, DSAA 2015, Campus des Cordeliers, Paris, France, October 19-21, 2015. Pp. 1–9. URL: <https://doi.org/10.1109/DSAA.2015.7344818>.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ВЫСУШИВАНИЯ ИММОБИЛИЗОВАННОЙ БИФЕРМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ NAD(P)H: FMN – ОКСИДОРЕДУКТАЗА – ЛЮЦИФЕРАЗА

О.А. Цигельник*

Научный руководитель И.Г. Торгашина
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

Для решения различных задач экологического мониторинга используется большое количество методов биологического тестирования. В том числе широко используются не только живые организмы, но и их ферментативные системы [1]. Однако при использовании ферментов возникает ряд трудностей: необходимость обеспечения специальных условий для сохранения стабильности препаратов ферментов, неточность дозирования реагентов и т. д. Решением вышеизложенных проблем может быть использование препаратов иммобилизованных ферментов. Бiotесты на основе иммобилизованных ферментов являются стабильными и используются для определения токсичности различных объектов окружающей среды [2]. В лаборатории фотобиологии Института биофизики СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН совместно с лабораторией биолюминесцентных технологий ФГАОУ ВО «СФУ» разработан реагент «Энзимолум», представляющий собой диски высушенного крахмального геля, включающего ферменты и субстраты биферментной системы светящихся бактерий NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза. Изменяя концентрацию ферментов и субстратов, время и способ сушки иммобилизованных реагентов, можно изготавливать реагенты с различной ферментативной активностью и чувствительностью [3]. На сегодняшний день максимальная интенсивность свечения иммобилизованной биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза характеризуется высоким разбросом значений при многократных измерениях, а также малой изученностью влияния условий температурного режима высушивания на активность и точность результатов анализа при иммобилизации ферментов светящихся бактерий.

Цель работы состояла в определении оптимального температурного режима высушивания иммобилизованной биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза для обеспечения максимальной интенсивности свечения и точности иммобилизованных реагентов.

В работе использовали следующие реактивы: картофельный крахмал, тетрадеканаль (Merck, Германия), комплект реактивов аналитической биолюминесценции (КРАБ), содержащий люциферазу и NAD(P)H:FMN-оксидоредуктазу из *Photobacterium leiognathi*, произведенный в Институте биофизики СО РАН (Красноярск). Один флакон КРАБа содержал 0,5 мг/мл люциферазы, 0,15 ед. активности NAD(P)H:FMN-оксидоредуктазы. Для пригото-

* © Цигельник О.А., 2019

ния растворов использовали 0,05 М калий-фосфатный буфер pH 6,8. Активность биферментной системы НАД(Р)Н:ФМН-оксидоредуктаза-люцифераза определяли по величине максимальной интенсивности свечения. Разброс значений активности определяли по величине коэффициента вариации CV. Коэффициент вариации рассчитывали как процентное отношение среднеквадратического отклонения к среднему значению максимальной интенсивности свечения.

В ходе работы проведено сравнение характеристик иммобилизованной биферментной системы светящихся бактерий NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза совместно с субстратами NADH и тетрадеканаль в зависимости от различных условий высушивания (рис. 1). Показано, что интенсивность свечения иммобилизованных реагентов зависит от режима высушивания. Так, максимальная интенсивность свечения наблюдалась у реагентов, высушенных при значениях влажности 30 % и температуре 25 °С (комнатные условия). В этом случае интенсивность свечения была на 30 % больше, чем в случае использования для высушивания холодильных камер. Вероятно, этот результат обусловлен меньшим временем высушивания. При высушивании реагентов в условиях низкой влажности (30 %) и температуре 25 °С высыхание достигалось менее чем за 4 ч, в то время как при условиях высушивания в холодильных камерах с обдувом воздухом реагентов и без обдува (64 % влажность/5 °С температура и 47 % влажность/7 °С температура соответственно) для высыхания потребовалось более 12 ч.

Однако во всех случаях коэффициент вариации максимальной интенсивности свечения оставался высоким и составил 25 % и более.

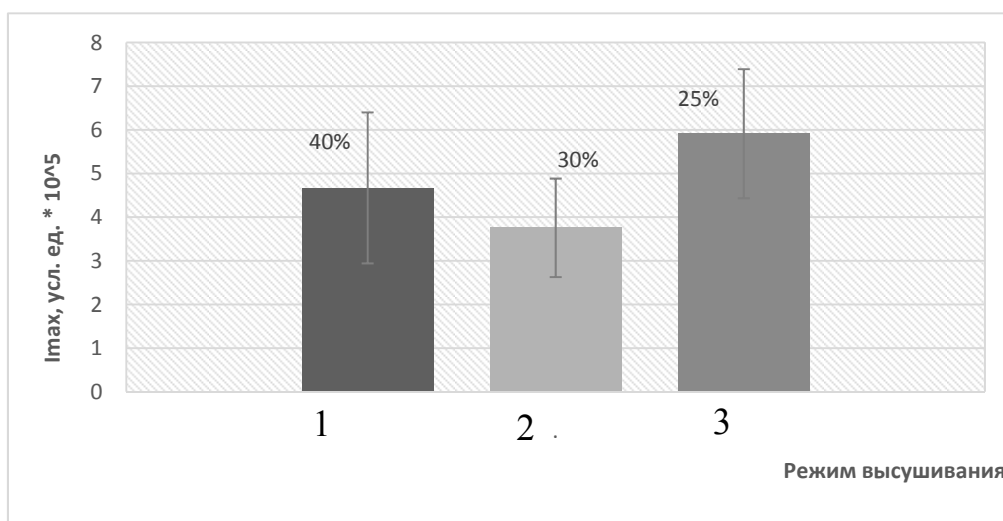


Рис. 1. Зависимость максимальной интенсивности свечения иммобилизованной биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза от температурного режима высушивания: 1 – (64 % влажность, 5 °С температура); 2 – (47 % влажность, 7 °С температура); 3 – (30 % влажность, 25 °С температура)

Была исследована зависимость чувствительности иммобилизованной биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза к действию сульфата меди от условий высушивания реагента (рис. 2).

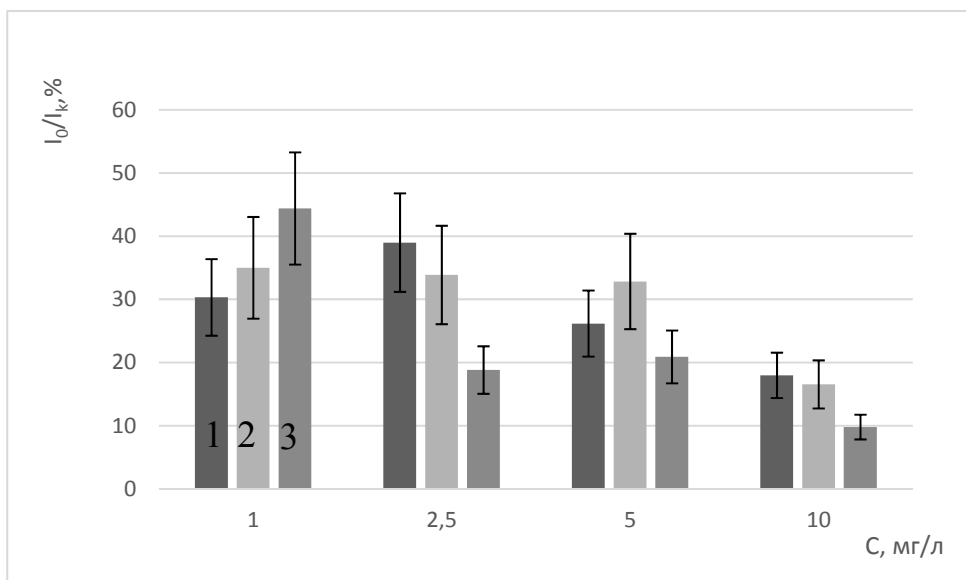


Рис. 2. Остаточная интенсивность свечения иммобилизованной совместно с субстратами NADH и тетрадеканаль NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза от концентрации сульфата меди: 1 – (64 % влажность, 5 °С температура); 2 – (47 % влажность, 7 °С температура); 3 – (30 % влажность, 25 °С температура)

Показано, что чувствительность реагентов не зависела от режима высушивания. Таким образом, методика иммобилизации биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза может быть оптимизирована путем изменения режима высушивания без потери активности и чувствительности.

В результате работы показано: интенсивность свечения иммобилизованных ферментов зависит от условий температуры и влажности. Разброс значений интенсивности свечения не зависит от рассмотренных условий высушивания.

Список литературы

1. Hasan A., Nurunnabi M., Morshed M. Recent Advances in Application of Biosensors in Tissue Engineering // *BioMed Res Int*. 2014.
2. Есимбекова Е. Н., Лоншакова-Мукина В. И., Безруких А. Е., Кратасюк В. А. Принципы конструирования многокомпонентных реагентов для энзимологического анализа // *ДАН*. 2015. Т. 461. № 4. С. 472–475.
3. Esimbekova E. N., Kondik A. M., Kratasyuk V. A. Bioluminescent enzymatic rapid assay of water integral toxicity // *Environ Monit Assess*. 2013. V. 185. I 7. P. 5909–5916.

**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИММОБИЛИЗОВАННОЙ
БИФЕРМЕНТНОЙ СИСТЕМЫ СВЕТЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ СУБСТРАТА
АЛИФАТИЧЕСКОГО АЛЬДЕГИДА
С РАЗНОЙ ДЛИНОЙ УГЛЕВОДОРОДНОЙ ЦЕПИ**

А.А. Шахова*

Научный руководитель И.Г. Торгашина
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время для решения различных задач экологического мониторинга используется более 100 методов биологического тестирования. В том числе широко используются не только живые организмы, но и их ферментативные системы. Для решения аналитических задач в биолюминесцентном анализе широко используются ферменты светящихся организмов, в том числе бактериальная биферментная система НАД(Р)Н:ФМН-оксидоредуктаза-люцифераза(L+R), где первую реакцию катализирует NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза, а в результате второй ферментативной реакции, катализируемой люциферазой, происходит окисление восстановленного флавинмононуклеотида и длинноцепочечного альдегида до окисленного флавинмононуклеотида, жирной кислоты, воды и квантов света [1]. В основе биолюминесцентных тестов лежит ингибирование люциферазы компонентами анализируемых смесей. Для экологического мониторинга различных объектов окружающей среды разработан биолюминесцентный тест, основанный на использовании иммобилизованных в крахмальный гель ферментов светящихся бактерий [2]. Разработанные ранее реагенты на основе иммобилизованной биферментной системы NAD(P)H:FMN-оксидоредуктаза-люцифераза удобны в использовании, не требуют особых условий хранения, имеют малое время анализа, что удобно для исследования большого количества проб. Однако актуальной задачей остается поиск факторов, влияющих на чувствительность иммобилизованных ферментов светящихся бактерий к загрязняющим окружающую среду веществам [3]. Одним из возможных факторов, влияющих на чувствительность биферментной системы, может быть использование в качестве субстрата люциферазы альдегида с различной длиной углеводородной цепи.

Цель работы состояла в определении чувствительности к действию сульфата меди иммобилизованной биферментной системы (L+R) в зависимости от длины цепи алифатического альдегида.

В работе использовали следующие реактивы: тетрадеканаль (C₁₄) (Merck, Германия), деканаль (C₁₀), комплект реактивов аналитической биолюминесценции (КРАБ), содержащий люциферазу из рекомбинантного штамма E.coli и NAD(P)H:FMN-оксидоредуктазу из Photobacterium leiognathi, произведенный в

* © Шахова А.А., 2019

Институте биофизики СО РАН (Красноярск). Один флакон КРАБа содержал 0,5 мг/мл люциферазы, 0,15 ед. активности NAD(P)H:FMN-оксидоредуктазы. Для приготовления растворов использовали 0,05 М калий-фосфатный буфер pH 6,8.

Была определена зависимость интенсивности свечения растворимой биферментной системы от концентрации тетрадеканала (C_{14}) и деканала (C_{10}) (рис. 1). Показано, максимальная интенсивность свечения биферментной системы (L+R) наблюдается при добавлении 50 мкл 0,0025 % тетрадеканала. При использовании деканала в качестве субстрата люциферазы максимальная интенсивность свечения наблюдалась при добавлении 50 мкл 0,01 % раствора. Вместе с тем при указанных концентрациях альдегида в случае использования тетрадеканала максимальная интенсивность свечения вдвое больше максимальной интенсивности свечения при использовании деканала. Это можно объяснить большим сродством тетрадеканала к люциферазе, кроме того тетрадеканаль считается природным субстратом бактериальной люциферазы [4].

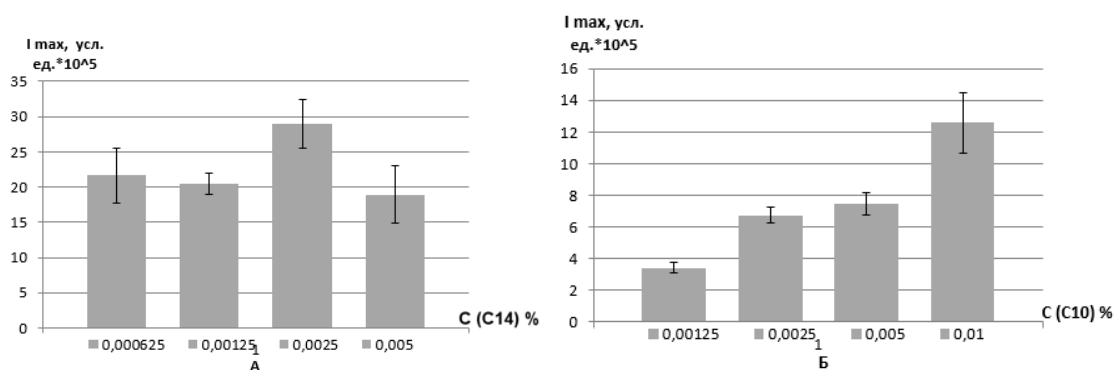


Рис. 1. Зависимость интенсивности свечения растворимой биферментной системы (L+R) от концентрации: А – тетрадеканала; Б – деканала

Далее была проведена иммобилизация биферментной системы (L+R) совместно с субстратами НАДН и тетрадеканаль или деканаль, где количество альдегида в иммобилизованном реагенте соответствовало количеству, обеспечивающему максимальную интенсивность свечения биферментной системы. Выход активности в случае использования тетрадеканала составил 18 %, в случае деканала 11 %.

Исследована зависимость интенсивности свечения иммобилизованной биферментной системы (L+R) от концентрации сульфата меди при использовании в качестве субстрата тетрадеканала и деканала (рис. 2).

Показано, 50 % ингибирование активности иммобилизованной биферментной системы в случае использования в качестве субстрата люциферазы тетрадеканала наблюдалось при концентрации сульфата меди 32 мкг/л, в случае использования деканала – 500 мкг/л.

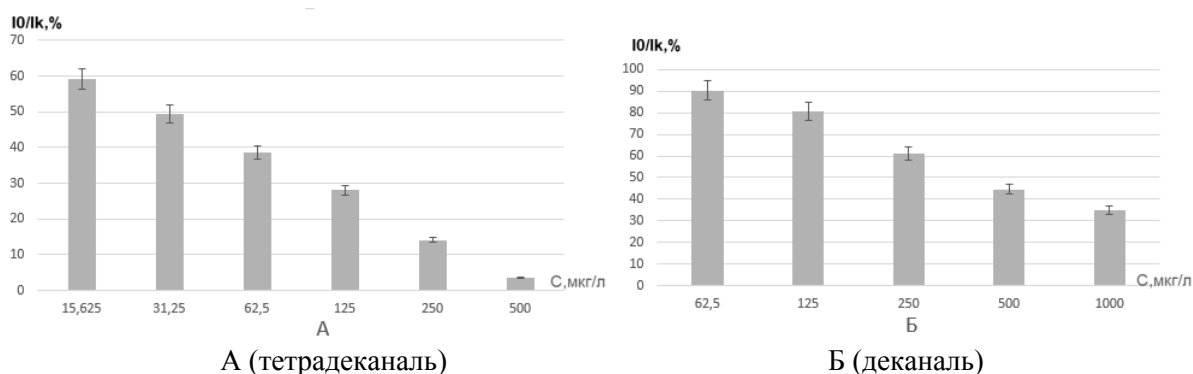


Рис. 2. Зависимость интенсивности свечения иммобилизованной биферментной системы (L+R) от концентрации сульфата меди при использовании в качестве субстрата

Таким образом, в результате работы выявлено, что интенсивность свечения биферментной системы NAD(P)H:FMN – оксидоредуктаза-люцифераза при использовании в качестве субстрата тетрадеканалья на порядок выше, чем при использовании деканалья.

Список литературы

1. Roda A., Pasini P., Mirasoli M., Michelini E., Guardigli M. Biotechnological applications of bioluminescence and chemiluminescence. Trends Biotechnol. 2004. 22(6). P. 295–303.
2. Есимбекова Е. Н., Лоншакова-Мукина В. И., Безруких А. Е., Кратасюк В. А. Принципы конструирования многокомпонентных реагентов для энзимологического анализа // ДАН. 2015. Т. 461. № 4. С. 472–475.
3. Esimbekova E. N., Kondik A. M., Kratasyuk V. A. Bioluminescent enzymatic rapid assay of water integral toxicity // Environ Monit Assess. 2013. V. 185. I 7. P. 5909–5916.
4. Гительзон И. И., Кратасюк В. А., Лопатин В. Н., Апонасенко Д. А., Филимонов В. С., Холостова З. Г., Гаевский Н. А., Григорьев Ю. С., Тихомиров А. А. Экологическая биофизика. Т. 1. Фотобиофизика экосистем. М. : Логос, 2002.

Вопросы экологии и географии Северной Евразии

RISK ASSESSMENT OF RADIATION HAZARD OF KEMEROVO REGION

M.D. Babanova, E.A. Usoltseva*

Scientific supervisor T.A. Tyuleneva
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University

Issues of the environmental situation show that the probability of radiation damage to the territory of Kuzbass is minimal due to the absence of radiation-hazardous facilities and facilities of the nuclear cycle. The radiation situation as a whole is assessed as not dangerous for the residents, the Kuzbass radiation background is much lower than the average for Russia, and in the last 11 months it has not exceeded the similar figure obtained at other stations of the SFD observation and laboratory control network, and even slightly decreased (figure) [1].

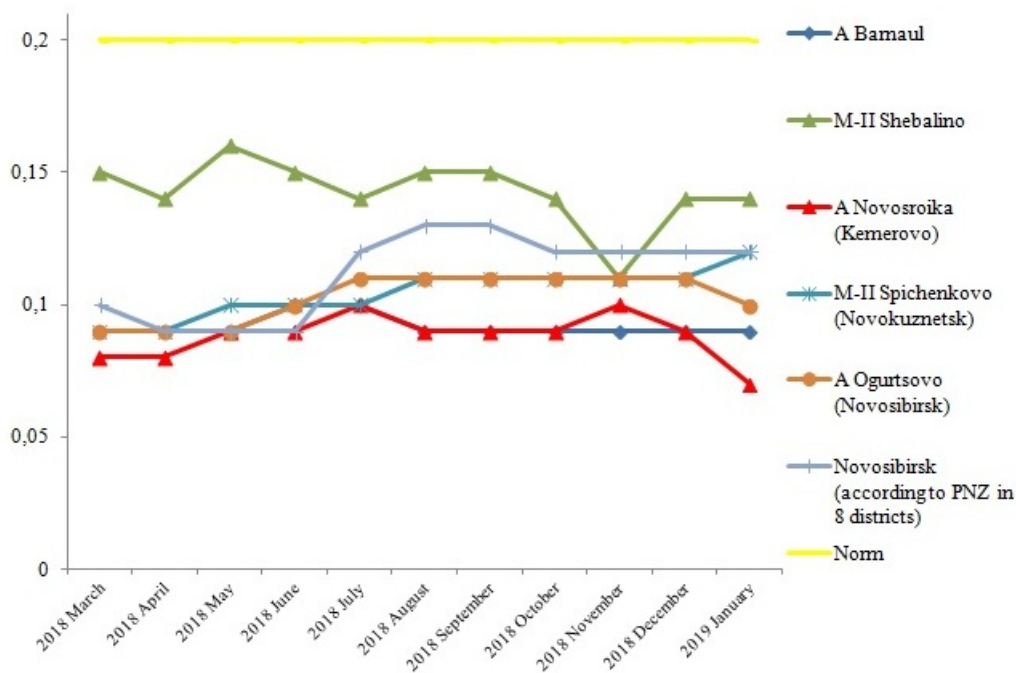


Fig. The background radiation of stations in the network of observation and laboratory control, $\mu\text{sv/h}$

Despite this fact, researchers identify factors, the presence of which necessitates constant monitoring of the radiation background as an region whole and its districts [2].

Firstly, the presence on the territory of the neighboring Novosibirsk and Tomsk regions and Krasnoyarsk territory of nuclear facilities, any violation of the rules of

* © Babanova M.D., Usoltseva E.A., 2019

operation, which is associated with the threat of the release of radioactive substances into the environment, may significantly affect the radiation situation in Kuzbass.

Secondly, the potential impact of an underground nuclear explosion in Chebulinskii district by order of the USSR Ministry of Geology in 1984, aims and objectives which are still not known. According to the hypothesis of scientists, the explosion underground formed a giant flask, bounded by a thick crust of molten rock. While its effects professionals can be found. However, the risks of depressurization of the explosion cavity remain, so the radiation background of this area is under special control [3].

Thirdly, the above-ground nuclear explosions carried out during 1949-1962 at the Semipalatinsk testing ground (Kazakhstan) significantly worsened the radiation situation in Kemerovo region, increasing the level of radiation in some areas due to the fallout of radioactive fallout, the scale and nature of which are still being clarified.

Fourthly, industrial mining in Kuzbass causes storage of large volumes of solid waste containing long-lived radionuclides, which are concentrated in slag and fly ash during coal combustion.

Fifthly, the complex tectonic structure of the territory of Kuzbass, breaks of earth crust, uranium concentrations increase the likelihood of the focal outputs of radon from the soil, which increases the radiation hazard to the living conditions of the population of Kemerovo region. Due to the geological features of its location, our region is itself prone to escape from the depths of radioactive gases. The unfavorable situation with radon radiation is typical for the Kemerovo region. And active coal mining, which is accompanied by constant earthquakes and fluctuations in the earth's crust, only exacerbates the situation.

All these facts allow to say about the necessity of continuous monitoring of the radiation situation and conduct of the diffuse background radiation measurements due to the spontaneity of the occurrence of radiation hazards and the diversity of its source of origin.

References

1. Monitoring zagryazneniya okruzhayushchei sredy: sostoyanie zagryazneniya atmosfernogo vozdukha. URL: <http://www.meteo-nso.ru/pages> (Data obrashcheniya: 05.03.2019).
2. Doklad «O sostoyanii okruzhayushchei prirodnoi sredy Kemerovskoi oblasti v 1999 godu». Razdel 7. Radiatsionnaya obstanovka. URL: <http://ineca.ru/?dr=library&library=bulletin/2001/0061/001> (Data obrashcheniya: 05.03.2019).
3. Ryzhova A. V kakikh mestakh “fonit” Kuzbass. URL: <https://www.mk-kuzbass.ru/social/2019/02/27> (Data obrashcheniya: 05.03.2019).

СИБИРСКИЙ ШЕЛКОПРЯД В КРАСНОЯРСКОМ КРАЕ

Е.В. Акулин*

Научный руководитель О.В. Тарасова
доктор сельскохозяйственных наук,
кандидат биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Сибирский шелкопряд (коконопряд) *Dendrolimus sibiricus* Tschetv является опасным вредителем хвойных лесов. Ареал его распространения охватывает таежные леса Сибири, Дальнего Востока, Урала и частично территорию Китая и Монголии [1]. Сибирский шелкопряд – это бабочка в размахе крыльев от 4 до 10 см, самцы обычно меньше самок. Гусеницы шелкопряда специализируются на хвоинках, им удается объедать кроны всех растущих видов хвойных деревьев. Жизненный цикл сибирского шелкопряда продолжается обычно 2 года [2], число яиц у самок зависит от массы гусениц старших возрастов, которая зависит от количества доступного корма и его биохимических характеристик [3].

С последней четверти XIX в. по конец XX в. на территории Красноярского края действовали очаги IX крупномасштабных вспышек размножения сибирского шелкопряда, охватившие площадь более чем 8 млн га. Наибольшему ущербу подвергся Ангаро-Енисейский район в 1954–1957 гг., когда на его территории действовал очаг площадью свыше 2,3 млн га. В период с 1989 г. по 1997 г. в Красноярском крае и Хакасии вспышка сибирского шелкопряда затронула 1 млн га лесов. Во время кульминации вспышки поврежденность хвойно-лиственных лесов может составлять около 50 %, кедровых, сосново-лиственных до 70 % и пихтово-еловых насаждений – свыше 80 % [4]. В последние годы главной причиной усыхания и гибели лесов в Красноярском крае являются насекомые, в том числе и сибирский шелкопряд. По данным за 2017 г. площадь усохшего леса вследствие повреждения его насекомыми составила 341,3 тыс. га, что равняется 43,1 % от общего количества погибших лесов региона. Больше всего пострадали Кодинское, Мотыгинское и Северо-Енисейское лесничества, где степень усыхания поврежденного леса превысила 40 % [5]. Приуроченность очагов массового размножения сибирского шелкопряда определяется уровнем теплообеспеченности региона, геоморфологическими, лесорастительными и биоценотическими условиями. Среди них первостепенное значение имеют рельеф и экспозиция местности, состав, структура и возраст насаждений, особенности почв, характер лесной подстилки и напочвенного покрова [4].

Тайга, поврежденная шелкопрядом, превращается в сухостойники, которые провоцируют крупномасштабные пожары. Вспышки массового размножения сибирского шелкопряда способствуют распространению осины и

* © Акулин Е.В., 2019

березы за счёт сокращения площади темнохвойных насаждений. В отличие от других хвойных пород лиственница обладает способностью к образованию компенсационной хвои и поэтому способна выдержать 2-3-кратное объедание [6]. Осыпание крон у погибших деревьев приводит к увеличению количества доходящего до земли света. Благодаря этому начинают активно разрастаться лесные травы, и через 1-2 года почва скрывается под густым травяным покровом. Погибший лес уже не способен поглощать влагу, что приводит к заболачиванию шелкопрядников. Стволы деревьев гниют и через 5–7 лет после вспышки численности сибирского шелкопряда начинают падать. Необходимо до 20 лет, чтобы микроорганизмы полностью разрушили остатки древесины и тем самым освободили место для молодых берез. В течение нескольких десятилетий растущий березняк сможет осушить почву, сделав ее пригодной для всходов пихты [2].

Традиционные методы борьбы с сибирским шелкопрядом, основанные на использовании ядохимикатов, приводят к загрязнению окружающей среды. На данный момент в Российской Федерации применяется «Лепидоцид», который в очень небольших дозах в виде аэрозольного облака распыляется над участками леса, пораженного вредителем. «Лепидоцид», уничтожая гусениц шелкопряда, не наносит вреда лесной флоре и фауне [7].

Для предотвращения вспышек массового размножения лесных насекомых и сведения к минимуму ущерба, наносимого лесам во время их массовых размножений, необходим поиск методов, позволяющих выявлять потенциально опасные с точки зрения возникновения вспышек лесные массивы. В настоящее время в Красноярском крае существует система мониторинга популяций сибирского шелкопряда, основанная на оригинальном подходе к подбору постоянных пробных площадей для мониторинга и интегрированном применении феромонных ловушек и существующих методов надзора. Проводя учеты численности на пробных площадях в определенных ландшафтных структурах, можно своевременно выявить начало вспышки и по данным однократного учета численности оценить текущую фазу градации популяции. Для прогноза распространения очага необходимо проводить оценку состояния кормовых растений. Устойчивость древостоев, прилегающих к очагу массового размножения, возможно оценить по параметрам рядов радиального прироста деревьев. Известно, что прирост древесины является совокупным «продуктом» действия различных факторов среды. Например, гидроклиматические факторы постоянно воздействуют на прирост, а вспышки размножения насекомых-вредителей являются возмущающими факторами внутри лесного сообщества. Интенсивная дефолиация древесных растений насекомыми-фитофагами сопровождается снижением радиального прироста ствола дерева. При этом степень снижения положительно коррелирует со степенью уничтожения фотосинтезирующего аппарата [8]. В этой связи использование дендрохронологической информации для оценки состояния насаждений, оценки воздействия на них вредителей является перспективным.

Список литературы

1. Исаев А. С., Хлебопрос Р. Г., Недорезов Л. В., Кондаков Ю. П., Киселев В. В., Суховольский В. Г. Популяционная динамика лесных насекомых. М. : Наука, 2001. С. 374.
2. Гродницкий Д. Л. Сибирский шелкопряд и судьба пихтовой тайги // Природа. 2004. № 11. С. 49–56.
3. Тарасова О. В., Калашникова И. И., Кузнецов В. В. Энергетический баланс потребления корма насекомыми-филлофагами: оптимизационная модель // Сибирский лесной журнал. 2015. № 3. С. 83–92.
4. Кондаков Ю. П. Массовые размножения сибирского шелкопряда в лесах Красноярского края // Энтомологические исследования в Сибири: сб. ст. Красноярск: КФ СО РЭО. 2002. Вып. 2. С. 25–74.
5. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году». Красноярск, 2018. С. 302.
6. Епифанцева Н. С. Оценка качества древесины лиственниц, пораженных сибирским шелкопрядом, как сырья для углежжения // Известия вузов. Лесной журнал. 2009. № 5. С. 120–127.
7. Винокуров Н. Н., Исаев А. П. Сибирский шелкопряд в Якутии // Наука и техника в Якутии. 2002. № 2(3) С. 53–56.
8. Павлов И. Н., Агеев А. А., Барабанова О. А. Формирование годичных колец у основных хвойных лесообразующих пород Сибири после дефолиации кроны *Dendrolimussuperans Sibiricus Tschetv* // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 26. № 2. С. 161–172.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛУОРЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ХВОЙНЫЕ РАСТЕНИЯ В ПАРКАХ И СКВЕРАХ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

А.С. Алябьева*

Научный руководитель Н.В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Город Красноярск является крупнейшим промышленным центром в Сибири. На территории города находятся различные предприятия (Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ), «Сивинит», АО КЯШЗ, АО ЦБК, МУПП «Водоканал», химкомбинат «Енисей», Сибтяжмаш, Красмаш, Красноярский цветмет), теплоэлектростанции (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3), автомобильный и железнодорожный транспорт [1]. Данные объекты выбрасывают в атмосферу большое количество вредных веществ: углерод оксид, диоксид серы, азот оксид, азот диоксид, сероводород, аммиак и многие другие. Попадая в окружающую среду, поллютанты оказывают неблагоприятное воздействие на зеленые насаждения города. Преимущественно древесные породы растут в парках, скверах, вдоль дорог, во дворах домов города, что вызывает изменения в процессах роста и развития древесных растений [2]. Значительная часть зеленых насаждений Красноярска представлена хвойными породами. В озеленении города большой объем среди хвойных занимает ель сибирская – *Picea obovata* Ledeb. и сосна обыкновенная – *Pinus sylvestris* L. Находясь постоянно в зоне загрязнения, хвоя поглощает и накапливает различные поллютанты. Поэтому актуально изучить изменения, которые проявляются у данных видов в результате продолжительной жизни в условиях загрязнения воздушной среды г. Красноярска.

Целью работы является оценка влияния загрязнения воздушной среды на хвойные растения в парках и скверах Красноярска.

В качестве объектов исследования взяты двухлетние побеги ели сибирской – *Picea obovata* Ledeb. и сосны обыкновенной – *Pinus sylvestris* L., произрастающих в различных районах г. Красноярска.

В качестве районов исследования были выбраны скверы в разных частях Красноярска. Сквер Серебряный расположен в Октябрьском районе с низкой антропогенной нагрузкой, Парк культуры и отдыха им. Горького расположен в Центральном районе с большим потоком автотранспорта, сквер Космонавтов расположен в Советском районе в зоне возможных выбросов КрАЗа (рис. 1).

Преимущество флуоресцентных методов исследования заключается в том, что информацию о содержании хлорофилла, организации фотосинтетического аппарата и его активности можно получить за очень короткий отрезок

* © Алябьева А.С., 2019

времени как при контактном, так и при бесконтактном способах измерения, что очень важно для решения экологических проблем.

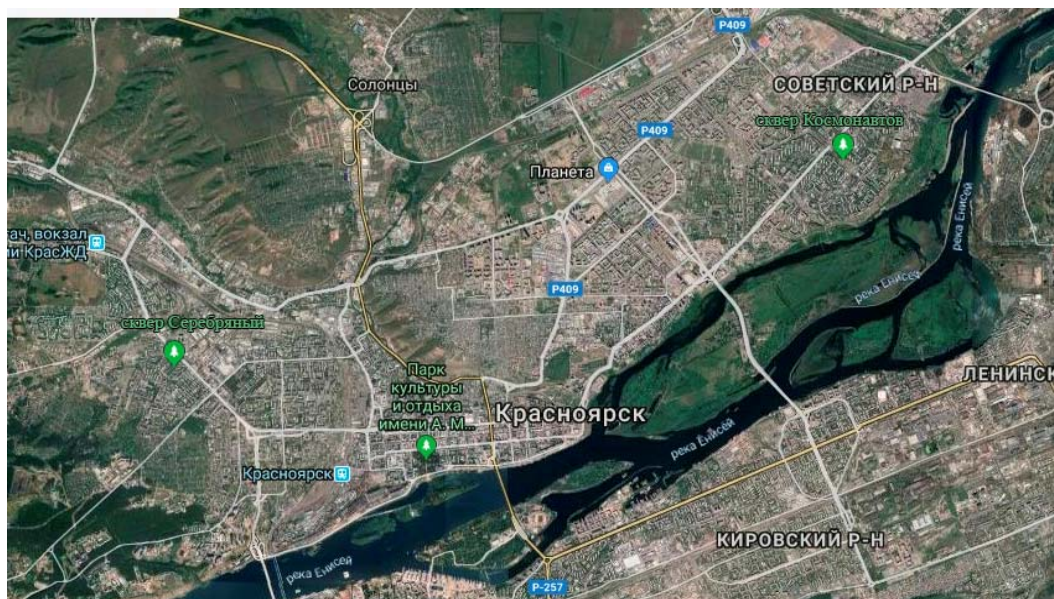


Рис. 1. Расположение исследуемых районов

Флуоресцентные методы позволяют обнаружить нарушения функционирования растений на этапе «скрытых» изменений на ранних стадиях, когда вмешательство человека еще может привести к улучшению ситуации. Для измерения нулевого уровня флуоресценции использовали хвою второго года жизни, собранную в зимний период. Ежедневно на Флуориметре «Фотон 11» производились измерения интенсивности флуоресценции в диапазоне 25–80 °С. Далее проводится подсчет величины коэффициента R_2 , рассчитываемого как отношение интенсивностей нулевого уровня флуоресценции при температуре 50 °С (низкотемпературного максимума) и при 75 °С (высокотемпературного максимума).

$$R_2 = \frac{\Phi_{\text{ЛНТ}}}{\Phi_{\text{ЛВТ}}}$$

где $\Phi_{\text{ЛВТ}}$ – интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме; $\Phi_{\text{ЛНТ}}$ – интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме.

Рассчитанное отношение низко- и высокотемпературного максимумов (R_2) может служить показателем степени глубины покоя. Для периода зимнего покоя отношение составляет 0,08, возрастая при переходе к активному метаболизму до 1,7 [3].

Количественно фотосинтетические пигменты определяли по стандартной методике [4] с помощью спектрофотометра SPEKOL 1300 Analytik Jenna AG (Германия).

Для приготовления спиртового экстракта хлорофилла использовалась свежая хвоя. При выполнении работы величина навески составляла 1 г. Далее

делался пересчет на сухой вес, чтобы определить количество хлорофилла без учета объема воды в хвое.

Полученные данные (рис. 2) свидетельствует о меньшей глубине зимнего покоя ели сибирской и более раннем выходе из этого состояния, чем у сосны обыкновенной. В Центральном парке хвоя как сосны обыкновенной, так ели сибирской выходит из состояния покоя раньше всех остальных участков. В сквере Серебряный хвоя сосны обыкновенной и ели сибирской выходит из состояния покоя на пятый день, а хвоя сосны обыкновенной не вышла из состояния покоя даже на пятый день, это говорит о том, что дерево имеет большую глубину покоя.

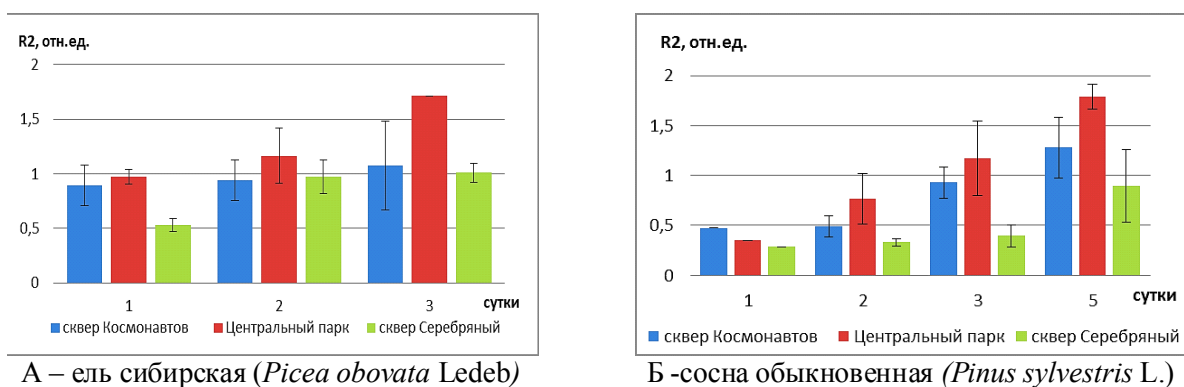


Рис. 2. Динамика коэффициента R2 при выведении побегов из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях (февраль 2019)

В результате измерений установлено, что содержание хлорофилла в ели сибирской имеет большую концентрацию, чем у сосны обыкновенной. Также в Центральном парке и сквере Космонавтов содержание хлорофилла больше, чем в сквере Серебряный, что соответствует данным о состоянии зимнего покоя (рис. 3).

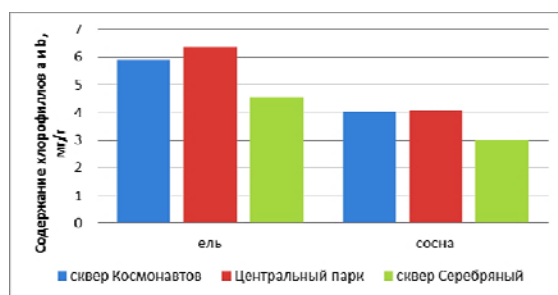


Рис. 3. Содержание хлорофиллов в хвое исследуемых видов (февраль 2019)

Таким образом, можно сделать вывод, что ранний выход из состояния покоя и большее количество хлорофилла характерно для деревьев, произрастающих в районах с более высоким уровнем загрязнения воздушной среды. Эти деревья в периоды зимних кратковременных оттепелей подвергаются риску потери воды и иссушению вследствие возобновившейся транспирации.

Список литературы

1. Скрипальщикова Л. Н., Татаринцев А. И., Зубарева О. Н. [и др.] Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2009. С. 22–23.
2. Легощина О. М. Адаптивные реакции и фитоиндикационная способность древесных растений в условиях техногенного загрязнения : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08. Томск, 2018.
3. А. с. 1358843 Красноярск, 15 августа 1987 г. Способ определения степени глубины покоя древесных растений [Текст] / Н. А. Гаевский, Г. А. Сорокина, А. В. Гехман, С. А. Фомин, В. М. Гольд (СССР).
4. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу : учебник. М. : Изд-во «Академия», 2003. 256 с.

**ОЦЕНКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПОТОМСТВА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ
СОСНЫ СИБИРСКОЙ (PINUS SIBIRICA)
В УСЛОВИЯХ ПОГОРЕЛЬСКОГО СТАЦИОНАРА**

В.Е. Арясов*

Научный руководитель Н.В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В быстро меняющейся под воздействием антропогенных факторов окружающей среде стоит уделить внимание тому, что в разных условиях разные экземпляры деревьев приспосабливаются по-разному [1]. Важным критерием при подборе подходящих экземпляров внутри породы являются данные по изменчивости разных типов параметров деревьев одной породы в зависимости от какого-либо базового отличия [2]. Особо значимыми исследованиями в данной области являются те, которые раньше не проводились и не фиксировались в научной литературе. Также наиболее важными являются работы, связанные с ценными породами древесины. Данные таких работ являются интересной базой как для последующих научных работ, так и для потребителей, которые используют эти данные для выбора наиболее подходящих параметров для создания различного рода насаждений под всевозможные цели.

Оценка морфофизиологических показателей представляет собой важный процесс по определению состояния растений и служит базой для дальнейшего прогнозирования темпов роста древесных растений, включая зависимость от изменчивости растений в результате посадки потомства разных экземпляров [3].

Для проведения работ была выбрана сосна сибирская по ряду как экологических, так и экономических факторов, ведь данное растение является по праву самой ценной породой [4].

При помощи современных методов диагностики можно определить состояние каждого экземпляра, но одни методы являются крайне затратными, а другие – трудоемкими. Метод оценки фотосинтетического аппарата позволяет диагностировать изменения, происходящие в потомстве плюсовых деревьев на ранних стадиях, что можно использовать при выборе материала для посадки [5].

В целях определения различий между потомством плюсовых деревьев и контрольными посадками сосны сибирской были измерены и проанализированы морфофизиологические показатели.

Для измерения фотосинтетической активности сосны сибирской использовался прибор Junior PAM, измерялись световая и индукционная зависимости.

* © Арясов В.Е., 2019

Местом проведения исследования был выбран Погорельский стационар, на котором произрастают потомства плюсовых деревьев. Отличительной особенностью материнских растений является то, что формирование и созревание женских шишек происходит в год опыления в течение 1,5–2,5 мес. (вместо 14–15 мес.). Формируются беззародышевые семена с развитым эндоспермом [6].

Исследования И. Н. Третьяковой и Е. В. Ворошиловой показали, что оплодотворение у данных материнских экземпляров не происходило из-за медленного роста пыльцевых трубок. Это свидетельствует, что размножение уникальных форм кедра сибирского естественным половым путем невозможно [7]. В связи с этим было принято решение по созданию клоновой плантации, каждый клон представлен прививками черенков плюсовых деревьев кедра сибирского. В качестве подвоя были использованы 4-летние сеянцы. В 2007–2011 гг. проводили опыты по контролируемому опылению. Для опыления клонов собирали пыльцу с двух деревьев-акселератов с однолетним циклом развития женской шишки и плюсовых деревьев, характеризующихся стабильно высокой семенной продуктивностью женских шишек и крупными полиэмбриональными семенами. Со всех опытных деревьев, «отцовских» и «материнских» (клоны), проводили сбор шишек и семян, полученных при контролируемом опылении клонов и их самоопылении. Гибридные семена были получены от 49 вариантов контролируемого опыления [8]. Впоследствии семена были высажены на территории Погорельского стационара.

Анализ статистических показателей проводился в программе Excel (рисунок).

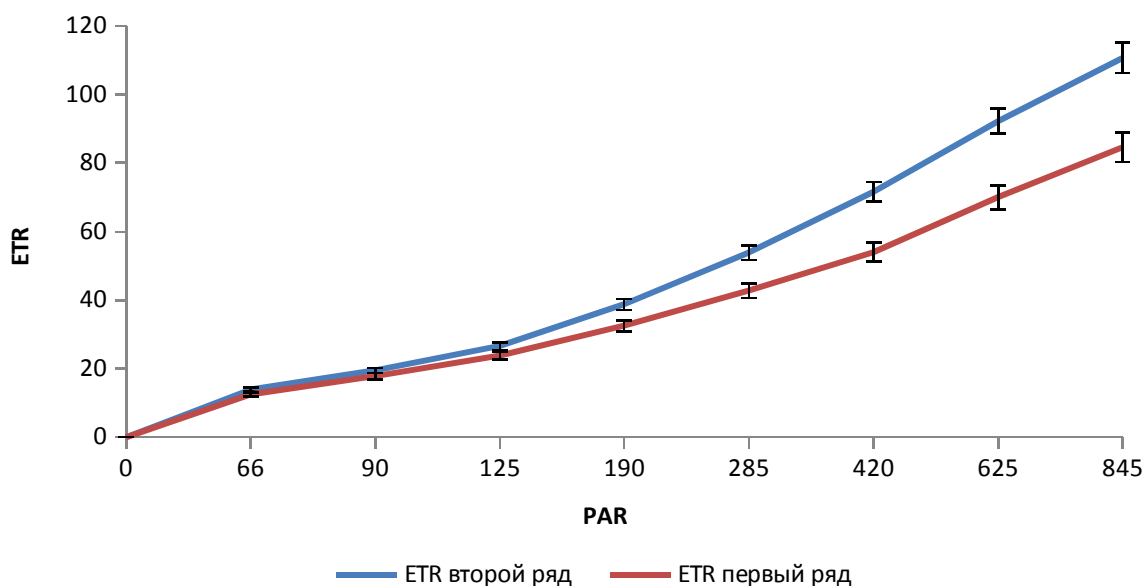


Рис. График световой зависимости средних значений ETR к PAR контрольных (первый ряд) и плюсовых (второй ряд) деревьев

Данные, полученные при анализе параметров флуоресценции хлорофилла, соответствуют годовому линейному приросту побегов и массе хвои.

Список литературы

1. Хамитов Р. С., Хамитова С. М. Изменчивость биометрических параметров шишек кедров сибирского // Вологодская ГМХА. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3. С. 22–25.
2. Соколов А. И., Пеккоев А. Н., Харитонов В. А. [и др.] Ускоренное выращивание культур ели в среднетаежной подзоне Карелии // Известия вузов. Лесной журнал. 2013. № 5. С. 96–105.
3. Бухарина И. Л., Кузьмин П. А., Гибадулина И. И. Анализ содержания фотосинтетических пигментов в листьях древесных растений в условиях городской среды (на примере г. Набережные Челны) // Вестник Удмуртского университета. 2013. № 2. С. 20–25.
4. Добровольский В. К. Кедровые леса и их использование. М. : Лесная промышленность, 1964. 186 с.
5. Кашулин П. А., Калачёва Н. В. Возрастные изменения функций фотосинтетического аппарата сосны европейской // Вестник Кольского научного центра РАН. 2011. № 2. С. 34–40.
6. Новоселова Н. В. Закономерности эмбриогенеза и формирование семян сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) IN VIVO и в культуре IN VITRO : дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05 : Красноярск, 2003. 132 с. РГБ ОД, 61:04-3/639.
7. Третьякова И. Н., Ворошилова Е. В. Инициация соматического эмбриогенеза из мегагаметофитов сосны кедровой сибирской в тканевой культуре // Лесоведение. 2014. № 1. С. 51–56.
8. Третьякова И. Н., Ворошилова Е. В., Шуваев Д. Н. Каллусогенез и индукция соматического эмбриогенеза у гибридных зародышей семян *Pinus sibirica* // Физиология растений. 2014. Т. 61. № 2. С. 297–303.

ЭКЗОГЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЙОНЕ ОСВОЕНИЯ УДОКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

А.А. Бледнова*

Научный руководитель В.А. Чечеткин
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Планирование и осуществление хозяйственной деятельности в районах проявления опасных экзогенных геологических процессов (ОЭГП) требует их тщательного изучения, оценки и прогноза их развития. Они оказывают решающее влияние на устойчивость местности и ландшафтов и, соответственно, на намечаемую хозяйственную деятельность, а также на устойчивость существующих и проектируемых сооружений в целом [1].

В ходе исследований были проведены сбор, анализ и обобщение фондовой и опубликованной литературы, маршрутное обследование (в пределах проектируемых площадок строительства объектов Удоканского ГОК), а также камеральные работы. Были собраны сведения об инженерно-геологической, геоэкологической, сейсмической и геологической изученности, а также сведения об орографии, геоморфологии, геологии, структурно-тектонических элементах площади, сейсмике района исследований [2].

Главной целью работы было изучение современных опасных экзогенных геологических процессов в районе освоения Удоканского месторождения, их динамики, пространственной организации и возможных негативных последствий для намечаемой хозяйственной деятельности.

Развитие экзогенных геологических процессов и их интенсивность обусловлены особенностями геологической и природной среды изучаемой территории. К ним относятся: резко континентальный климат; сложный рельеф высокой степени расчлененности; развитая речная сеть; высокая сейсмическая активность и активная неотектоника; распространение горных пород различного генезиса; сплошное развитие многолетней мерзлоты; сложные условия обводненности; отсутствие растительности в высокогорной зоне и разреженной растительности в средне- и низкогорной зоне [3, 4].

Было определено, что наиболее интенсивное проявление имеют такие процессы, как выветривание, осыпи, обвалы, курумообразование, лавины, сели, эрозия, солифлюкция, термокарст, пучение, наледообразование и заболачивание.

В ходе маршрутных исследований были изучены распространенность и степень пораженности территории ОЭГП, в результате составлена итоговая таблица с данными эксперимента.

* © Бледнова А.А., 2019

**Приуроченность основных опасных экзогенных
геоморфологических процессов к проектируемым объектам
Удоканского месторождения меди**

Объект место- рождения	Класс(ы) процессов					
	Гравитационные и гидродинамические склоновые		Криогенные			
			Склоновые и выровненные поверхности		Заболоченные днища долин и межгорных впадин	
	Тип процессов					
	Обвальные и осыпные	Осыпные и гидроди- намические	Курумооб- разование	Солифлюк- ционные склоновые	Морозное пучение	Термокар- стовые
Площадка обога- тительной фаб- рики	+	+	+++	+		
Площадка вахто- вого комплекса	+	+	++	+		
Площадка водо- забора		+		+	+	+
Автодорога п. Удокан – карьер Западный	+++	+++	+++	+		+
ВЛ		+			+	+
Площадка при- рельсового скла- да				++	+	++

Примечания: «+++» – повсеместное распространение, «++» – средняя степень пораженности территории ОЭГП, «+» – единично встречающиеся ОЭГП

Обвалы были выявлены (или подтверждены ранее известные) в пределах железнодорожной ветки Новая Чара – Чина, на площадках некоторых планируемых объектов (площадка обогатительной фабрики, площадка вахтового комплекса, площадка водозабора). Наиболее интенсивно процесс обваливания проявляется на протяжении автодороги п. Удокан – карьер Западный.

Интенсификация процесса обусловлена созданием искусственных выемок в склоне при строительстве железной дороги. Никаких работ по закреплению склонов не проведено.

Осыпные и гидродинамические процессы на площади работ широко развиты и формируются всюду, где имеются коренные обнажения пород. На площади работ осыпание происходит на всех скальных поверхностях с уклоном более 40°. В районе исследований осыпные и гидродинамические процессы наиболее интенсивно проявляются на протяжении автодороги.

На территории работ курумы покрывают значительные площади в пределах среднегорного рельефа. В высокогорном поясе курумы развиваются на менее расчлененном рельефе с плавными формами водоразделов и склонов [5]. В хребте Удокан курумы – обычное явление на склонах крутизной менее угла ес-

тественного откоса и на многих днищах ложбин временных водотоков. Площади распространения курумных полей до нескольких квадратных километров. Ярким примером развития такого типа курумов являются склоны, прилегающие к автодороге п. Удокан – карьер Западный.

Процессы солифлюкции широко развиты в западной части исследуемой площади в пределах низкогорного и среднегорного рельефа. Солифлюкция охватывает значительные площади на площадке прирельсового склада, развиваясь в местах незначительных уклонов поверхности склонов. Сезонное и многолетнее морозное пучение приурочено к окраинам заболоченностей, к долинам небольших ручьев, поэтому на площади исследований проявляются в основном на выровненных поверхностях днищ долин (площадка водозабора, ВЛ, площадка прирельсового склада).

На площади исследований термокарст развит крайне неравномерно. Этот процесс проявлен активно на площадке прирельсового склада. Слабо проявляется на водоразделах и склонах.

В заключении можно сказать, что природные условия района размещения объектов Удоканского ГОК и его инфраструктуры отличаются развитием комплекса взаимосвязанных экзогенных геологических процессов. В целом геологическая среда рассматриваемой территории характеризуется низкой устойчивостью по отношению к техногенным нагрузкам. В результате проведенных исследований планируется составить подробную карту-схему, на которой будут отмечены районы, характеризующиеся развитием определённого типа ОЭГП. Прогнозируется, что строительство и эксплуатация горнодобывающего предприятия и связанное с ними воздействие на геологическую среду может привести к активизации экзогенных процессов гравитационной природы и изменению теплового баланса многолетнемерзлых пород.

Список литературы

1. Пластинин Л. А., Абалаков А. Д., Тужикова Т. Н. Картографирование экзогенных геологических процессов горных районов БАМ // Космические методы изучения природной среды Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск : Наука, 1986. С. 164–172.

2. Оверчук А. М., Травкин В. И., Сугрובה О. И. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые района центральной части Удоканского и Канарского хребтов // Отчет Намингинской партии. Т. I. Чита, 1988. 608 с.

3. Пластинин Л. А., Плюснин В. М., Чернышев Н. И. Ландшафтно-аэрокосмические исследования экзогенного рельефообразования в Кодарском горном районе. Иркутск : Изд-во Иркут. Ун-та, 1993. 200 с.

4. Шпак Д. Д. Гидрогеологические условия района Удоканского месторождения медистых песчаников. Чита, 1964. 43 с.

5. Романовский Н. Н., Тюрин А. И., Сергеев Д. О. и др. Курумы гольцового пояса гор. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 152 с.

МИГРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРОАРТРОПОД НА СВЕЖЕЙ ЛИСТВЕННИЧНОЙ ГАРИ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ ЭВЕНКИЯ)

К.В. Богданова*

Научный руководитель И.Н. Безкоровайная
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в криолитозоне из-за современного изменения климата увеличивается число лесных пожаров [1]. Лесные пожары определяют сукцессионное развитие лесных экосистем. Пирогенный фактор оказывает существенное воздействие на динамику сообществ почвообитающих беспозвоночных животных [2]. Снижение разнообразия почвенной биоты в постпирогенных биоценозах ведёт к снижению устойчивости лесных сообществ. В то же время выгорание подстилок во время пожара в условиях бореальной зоны при дефиците тепла может рассматриваться как положительный эффект. Прогревание почвы и ее обогащение минеральными элементами в послепожарный период создает благоприятные условия для функционирования почвенной микрофлоры.

В настоящее время достаточно много исследований посвящено изучению процессов формирования комплексов почвенных микроартропод после пожаров [3]. Однако вопросы, связанные с механизмами колонизации свежих гарей почвенными беспозвоночными, остаются открытыми. Важно понять, как и за счет чего происходит заселение постпирогенных участков? Сохраняют ли гари восстановительный потенциал в экстремальных условиях? Что является тем фактором, который контролирует появление беспозвоночных на таких территориях?

Цель исследований – оценить миграционную активность почвенных микроартропод на двухлетней лиственничной гари после устойчивого высокоинтенсивного пожара.

В данной работе учитываются ключевые группы почвенных микроартропод: коллемболы (*Collembola*), клещи (*Acari*), в том числе мезостигматовые (*Mezostigmata*) и панцирные (*Oribatida*). Они относятся к функциональной группе биологических регуляторов [4]. Исследования проводятся в зоне сплошного залегания многолетней мерзлоты на территории Центральной Эвенкии в бассейне рек Кочечум и Нижняя Тунгуска, рядом с п. Тура. Для проведения экспериментов *in situ* была выбрана двухлетняя лиственничная гарь на склоне южной экспозиции. Устойчивый пожар прошел во второй половине лета. Микрорельеф бугристо-западинный, в западинах после уничтожения растительности сформировались эрозионные борозды глубиной около 15 см. Древостой погиб полностью. До пожара представлял собой лиственничник с примесью кедра

* © Богданова К.В., 2019

и березы. В качестве контрольного участка рассматривается лиственничник голубично-багульниковый зеленомошный с подлеском из ольховника на склоне юго-западной экспозиции. Микрорельеф хорошо выраженный, бугристо-западинный.

Отмечены следы вырубki и беглого низового пожара приблизительно 60-летней давности. Почвенный покров представлен подбурами и литоземами.

На гари и контрольном участке были заложены эксперименты для оценки миграционной активности почвенных микроартропод. Предварительно на контрольном участке были отобраны образцы подстилочного подгоризонта ферментации (F), образцы были дефаунизированы, высушены. Образцы растительных остатков из подгоризонта F использовались в эксперименте в качестве приманочного субстрата. Он был помещен в заранее подготовленные капроновые мешочки (ячейка 1 мм²) по 5 г. На гари и контрольном участке в трех точках было заложено по пять мешочков с приманочным субстратом. Мешочки поместили на гари под пирогенно трансформированную подстилку мощностью 0,5–1 см, на контрольном участке – в подгоризонт F. Через год эксперимент был снят. Мешочки были собраны, из них были извлечены микроартроподы с помощью эклекторной выгонки [5]. Далее пробы были обработаны общепринятыми в почвенной зоологии методами. Полученные данные по плотности и структуре почвенных микроартропод пересчитывали на 100 г субстрата.

Анализ результатов эксперимента по оценке миграционной активности почвенных микроартропод показал, что за год экспозиции почвенные микроартроподы достаточно активно заселили растительные остатки. В ненарушенном пожаром лиственничнике их плотность составила 13,9 тыс. экз/100 г субстрата, на гари соответственно 12,6 тыс. экз/100 г субстрата (рис. 1). Среди микроартропод, колонизировавших приманочный субстрат, доминируют коллемболы – на них приходится 94 %.

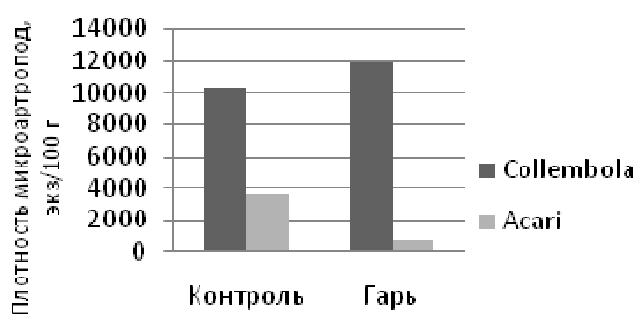


Рис. 1. Плотность почвенных микроартропод на гарях и контрольных участках

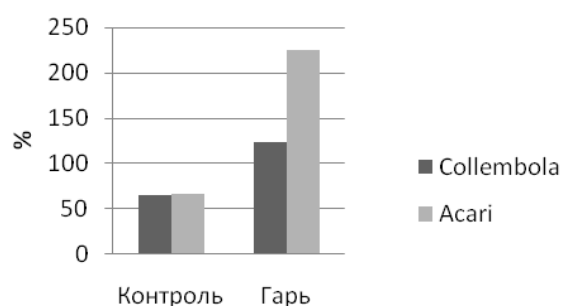


Рис. 2. Коэффициент вариации плотности почвенных микроартропод на гарях и контрольных участках

Доминирование коллембол в пионерных сообществах обусловлено высоким уровнем метаболизма, а также многообразием жизненных стратегий [6]. Колонизация микроартроподами дефаунизированных субстратов может проходить с помощью воздушных и водных масс, а также активной миграции, вы-

званной появлением доступных пищевых ресурсов [7, 8]. Возможно, что именно появление пищевого ресурса на гари обусловило миграционную активность мелких членистоногих. Несмотря на то, что по плотности микроартропод колонизированные растительные остатки в эксперименте на гари и контрольном листовничнике близки, обнаружены различия в структуре сформированных комплексов. В контрольном листовничнике среди заселивших приманочный субстрат коллембол доминировали подстилочные, на гари – весь комплекс коллембол представлен почвенными формами. По мнению некоторых ученых [7], колонизация субстратов зависит от морфологических особенностей коллембол. Подстилочные коллемболы с хорошо развитыми ногами, прыгательной вилкой и полным набором глазков имеют возможность к быстрой активной миграции, по сравнению с почвенными с редуцированным набором упомянутых выше морфологических характеристик. Однако в экспериментах, направленных на изучение темпов и направления колонизации коллембол, теория о зависимости морфологии и колонизационного потенциала не подтверждается [8]. Наши эксперименты также не подтвердили эту теорию: из обнаруженных коллембол 69 % составили подстилочные на контрольном участке и 74,7 % – почвенные на гари. Среди клещей основными колонизаторами на гари являются мезостигматовые клещи (64 %) – достаточно подвижные хищные и паразитические трофические группы, в негоревшем листовничнике приманочный субстрат заселялся преимущественно панцирными клещами (68 %) – типичными обитателями подстилок криогенных лесных экосистем.

Полученные коэффициенты вариации плотности почвенных микроартропод в экспериментальных мешочках отражают более высокую гетерогенность условий на свежей гари. Причем, если в ненарушенном пожаре листовничнике вариабельность для коллембол и клещей составила 66 %, то на гари коэффициент вариации для клещей составляет 224 %, для коллембол в два раза ниже (рис. 2).

Таким образом, эксперимент *in situ* по оценке миграционной активности почвенных микроартропод показал, что двухлетняя гарь, несмотря на высокоинтенсивный пожар с почти полным выгоранием подстилки, имеет миграционный потенциал почвенных микроартропод. При формировании органогенного горизонта в послепожарный период он будет успешно заселяться этими беспозвоночными. За один год экспозиции почвенные микроартроподы с одинаковой скоростью колонизировали предложенный им приманочный субстрат на гари и контрольном участке. Различия в соотношении коллембол и клещей в эксперименте отражают более высокие потенциальные возможности к заселению гарей у коллембол. Показано, что морфологические характеристики коллембол не повлияли на миграционную активность этих беспозвоночных. Среди клещей пионерами в заселении растительных остатков являются мезостигматовые клещи.

Список литературы

1. Карелин Д. В., Замолодчиков Д. Г. Углеродный обмен в криогенных экосистемах : монография. М. : Наука, 2008. 344 с.

2. Березина О. Г. Влияние лесных пожаров на сообщество коллембол сухих сосняков Тувы // Евразийский энтотомол. журнал. 2016. № 15(5). С. 456–463.
3. Безкоровайная И. Н. Роль почвенных беспозвоночных в деструкции органического вещества лесных экосистем енисейского меридиана : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 – экология. Красноярск, 2009. 43 с.
4. Assessment of soil biodiversity policy instruments in EU-27. Final report. February 2010. European Commission DG ENV. Bio Intelligence Service. 232 pp.
5. Дунгер В. Учет микроартропод (микрофауна) // Количественные методы в почвенной зоологии. М. : Наука, 1997. С. 26–51.
6. Siepel H. Life-history tactics of soil microarthropods // Biol. fertile. soils, 1994. V. 18. 263–278 pp.
7. Hopkin S. P. The biology of the springtails // Oxford university Press, Oxford, UK, 1997. 330 pp.
8. Auclerc A., Ponge J. F., Barot S., Dubs F. Experimental assessment of habitat preference and dispersal ability of soil springtails // Soil boil. & biochem., 2009. V. 41. 1596–1604 pp.

ТОКСИЧНОСТЬ КАДМИЯ И ХРОМА ДЛЯ *ARTEMIA SALINA* В УСЛОВИЯХ ВРАЩЕНИЯ ТЕСТИРУЕМЫХ ПРОБ

Е.С. Бородина*

Научный руководитель Т.Л. Шашкова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В условиях современного загрязнения окружающей среды состав природных вод водоемов в значительной степени формируется под влиянием антропогенной нагрузки. На дне аккумулируется большое количество загрязняющих веществ разной природы: тяжелых металлов, нефтепродуктов, органических веществ. Из загрязняющих веществ по объему поступления заслуживают внимания, прежде всего, тяжелые металлы. В отличие от органических загрязняющих веществ, тяжёлые металлы имеют свойство накапливаться, не разрушаясь при воздействии природных факторов. Вследствие этого, попадая в результате антропогенной деятельности в окружающую среду в миграционно-активном состоянии, они включаются в той или иной степени в биологический круговорот и (при определенных биогеохимических условиях и концентрациях) тяжелые металлы начинают оказывать токсическое действие на живые организмы [1].

Современным методом оценки качества окружающей природной среды является биотестирование. Различные методы биотестирования, включенные в стандарты по контролю качества вод различного назначения, позволяют выявить на гидробионтах степень и характер токсичности воды, загрязненной биологически опасными веществами, и оценить возможную опасность этой воды для водных и других организмов. Для тестирования токсичности гипергалинных сред наиболее часто используются рачки *Artemia salina* [2]. Эти ракообразные, являясь обитателями и фильтраторами солоноводных водоёмов, играют важнейшую роль в их очистке и поддержании экосистемы в стабильном для неё состоянии.

Для биотестирования морской среды в качестве солоноводных тест-объектов используют ювенильную форму (науплий в возрасте до 24 ч) жаброногих рачков артемий. Науплии артемий легко получают из цист, которые могут храниться продолжительное время. Цисты переносят полное высыхание, замораживание, резкие перепады температуры и при этом могут сохранять свою жизнеспособность в течение 3–4 лет [5]. Преимуществом артемий является то, что из цист за непродолжительное время выклеивается большое количество науплий, которые можно использовать как тест-организмы. Острое токсическое действие исследуемой пробы на тест-объекты определяют по их смертности. Критерием острой токсичности служит гибель 50 % и более особей артемий за 48 ч экспонирования в исследуемой пробе (при условии, что в контро-

* © Бородина Е.С., 2019

ле гибель не превышает 10 %). Несмотря на большое количество преимуществ биотестирования на артемиях, существенным недостатком до сих пор остается высокое варьирование результатов анализа, связанных с различными причинами.

Так, в качестве культивационной среды для артемий рекомендовано применять незагрязненные морские воды или искусственные соленые среды. Последние готовятся разными способами. Согласно методике, разработанной в МГУ [3], культивационную воду получают внесением в водопроводную воду $NaCl$. Такой подход может быть причиной недостаточной достоверности данных о токсичности, получаемых в разных лабораториях, так как состав водопроводной воды сильно варьирует. В свою очередь, в международных разработках по биотестированию на артемиях используют искусственную морскую воду, приготовленную из химически чистых реактивов [4], что способствует стандартизации условий биотестирования.

Кроме того, способность тест-объектов переносить токсические нагрузки при загрязнении среды зависит от сопутствующих условий существования. Для стабилизации этих факторов во время биотестирования в данном исследовании предложено использование таких устройств, как Климатостат-Р2, где поддерживаются оптимальная температура и освещённость и УЭР-03, который, благодаря вращению кассеты с пробами, поддерживает равномерность условий и газообмен с воздушной средой. Можно предположить, что созданные условия будут способствовать получению более достоверных результатов и увеличению выживаемости науплий в контрольном варианте опыта. В то же время неизвестно, как условия вращения тестируемых проб с рачками скажутся на их жизнеспособности и чувствительности к токсикантам.

В связи с этим целью данной работы являлось исследование влияния модельных токсикантов на выживаемость *Artemia salina* в условиях вращения.

Тест-культуру получали из партии сухих яиц, привезённых из ВНИРО (Всероссийский Научно-исследовательский Институт Рыбного хозяйства и Океанографии, г. Москва). В качестве культивационной воды использовался раствор искусственной морской соли, соответствующий солёности 11 промилле [4]. В качестве модельных токсикантов служили $K_2Cr_2O_7$ и $Cd_2SO_4 \times 8/3H_2O$, которые вносились в разных концентрациях в пробы с тест-объектами. При проведении биотестирования для контроля использовались три параллельных серии с культивационной водой. Тестируемые пробы помещались в устройство для экспонирования рачков УЭР-03 и затем в Климатостат-Р2. Экспонирование производилось в течение 48 ч. По окончании экспонирования регистрировались показатели выживаемости.

В результате серии проведенных экспериментов в первую очередь следует отметить, что выживаемость науплий в контроле варьировала от 90 до 100 % (рис. 1, 2). Этот факт свидетельствует о том, что условия вращения и использование искусственной морской среды благоприятны для жизнедеятельности этих тест-организмов. В присутствии бихромата калия смертность рачков увеличивалась с повышением концентрации от 1,5 до 24 мг/л (рис. 1). При этом концен-

трация бихромата калия, при которой наблюдалась смертность 50 % рачков, составила 15,6 мг/л. Токсическое действие ионов кадмия на артемий было выражено слабее. Так, смертность рачков увеличивалась с повышением концентрации в диапазоне от 2 до 176 мг/л (рис. 2). И среднелетальная концентрация соответственно составила 98,8 мг/л. Сравнивая полученные результаты с работами других авторов [6], можно отметить, что чувствительность артемий к кадмию и хрому соответствует указанной в современных источниках.

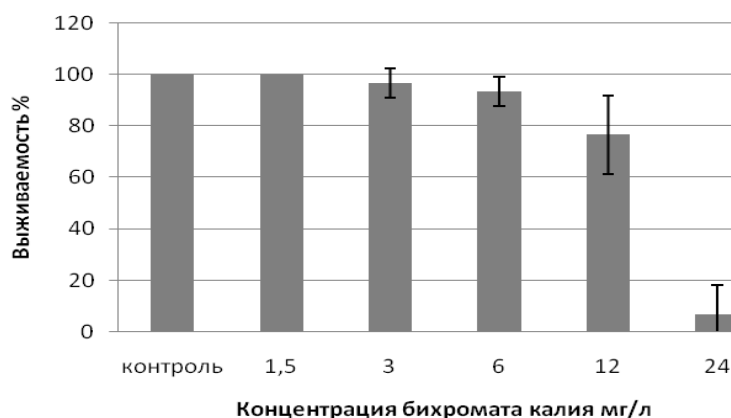


Рис. 1. Выживаемость артемий в присутствии бихромата калия

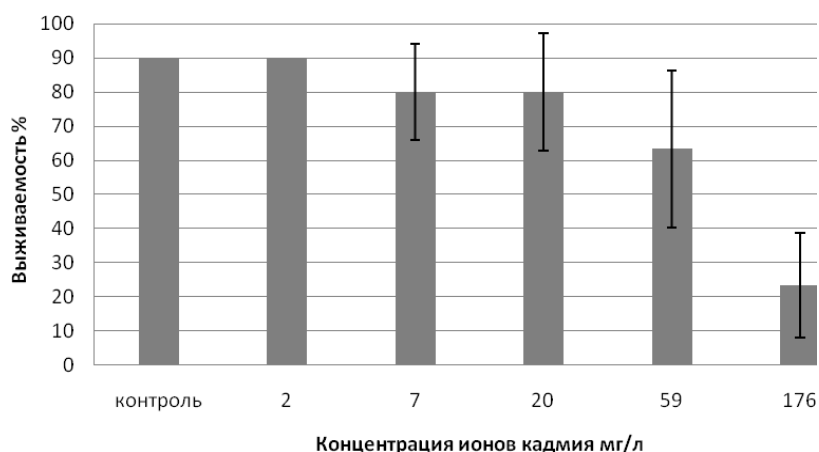


Рис. 2. Выживаемость артемий в присутствии ионов кадмия

Таким образом, условия вращения тестируемых проб обеспечивают необходимый уровень выживаемости науплий артемий в контрольном варианте опыта и не влияют на их чувствительность к модельным токсикантам.

Список литературы

1. Применение метода биотестирования в анализе токсичности природных и сточных вод (на примере Нижневартовского района Тюменской области) : монография. Нижневартовск : Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2009. 94 с.

2. Бакаева Е. Н. Методика – методологические аспекты биотестирования вод с использованием гидробионтов, обладающих гетерогонией. Методы и критерии оценки качеств вод и состояния водных экосистем. 2006. 3 с.

3. Методика определения токсичности высокоминерализованных поверхностных и сточных вод, почв и отходов по выживаемости солоноватоводных рачков *ARTEMIA SALINA* L. ЛЭТАП, лаб. водной токсикологии МГУ ЭАЦ «Экотерра». ФР 1.39.2006.0250 ; ПНД Ф Т 14.1:2.14-06 (ПНД Ф Т 16.1:3.11-06)

4. ГОСТ Р 53886-2010 (ИСО 14669:1999) Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. М., 2012. 32 с.

5. Сёмик А. М., Ушакова А. О. Современное состояние запасов жаброногого рачка артемии (*Artemia salina* L.) в солёных озёрах Республики Крым // Труды ЮгНИРО. 2017. Т. 54. С. 137–141.

6. Libralato G., Prato E., Migliore L., Cicero A.M., Manfra L. A review of toxicity testing protocols and endpoints with *Artemia* spp. // Ecological Indicators. 2016. Vol. 69. P. 35–49.

ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФАЗ ЗИМНЕГО ПОКОЯ У РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Г.Н. Владимирова*

Научный руководитель Н. В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) занимает обширный ареал распространения и является основной лесообразующей породой России. Она произрастает в разных лесорастительных зонах и поэтому имеет сильно выраженную географическую изменчивость [1].

В зависимости от условий внешней среды и проявлений адаптаций к этим условиям выделяют различные климатипы сосны обыкновенной. Каждый такой климатип имеет свои особенности и отличия. Эти различия обусловлены влиянием разных климатических факторов в местах произрастания данных популяций (таблица). В работе исследованы объекты, находящиеся в условия однородного экологического фона: резко континентальный климат, песчаная почва, среднегодовое количество осадков (360 мм в год), средняя температура января ($-23,3$ °С), июля ($+19,1$ °С) [2]. Несмотря на одинаковые условия произрастания отдельные климатипы сохраняют свои особенности.

Таблица

Характеристика природных условий мест происхождения климатипов (Северо-Енисейского и Кяхтинского районов) [3]

Показатель	Северо-Енисейский район, Красноярский край	Кяхтинский район, Республика Бурятия
Средняя годовая температура	$-5,3$ °С	$-0,0$ °С
Средняя температура января	$-26,2$ °С	$-21,2$ °С
Средняя температура июля	16 °С	$18,7$ °С
Среднее количество осадков в год	606 мм	344 мм
Сумма температур воздуха за период с температурой выше 10 °С	1 000–1 600	1 600–2 200

Из-за изменения климата и повышения средних осенних температур возможно уменьшение глубины покоя растений и, как следствие, повреждения в период зимних оттепелей из-за преждевременного возобновления фотосинтеза и транспирации [1]. Морозостойкость растений начинает увеличиваться осенью в ответ на продолжительные низкие температуры. Затем наступает глубокий

* © Владимирова Г.Н., 2019

покой, который обусловлен определённым сочетанием внутренних факторов и их взаимодействием со средой. Но при резких отклонениях внешних факторов от нормальных условий наступает вынужденный покой, который при колебаниях температуры может привести к повреждениям и гибели растений [4].

Именно в период отрицательных зимних температур, когда почва замерзла, у растения нет доступа к воде в жидкой фазе, а потребление воды всё ещё идет, вероятность повреждений сильно увеличивается. Поэтому весьма актуальной темой является изучение оценки внутривидовых различий в устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Данные различия можно выявить при изучении фотосинтетической активности в осенне-зимний период [1].

Любые изменения в процессе фотосинтеза отражаются на величине флуоресценции хлорофилла, поэтому при работе был использован Флуориметр JUNIOR-PAM Walz (Germany), который позволяет оценить активность и состояние фотосистем. В качестве основного показателя взята скорость электронного транспорта (ETR). Как свидетельствуют данные, представленные на рис. 1, скорость выхода побегов сосны Северо-Енисейского климатипа из состояния зимнего покоя значительно выше, чем Кяхтинского.

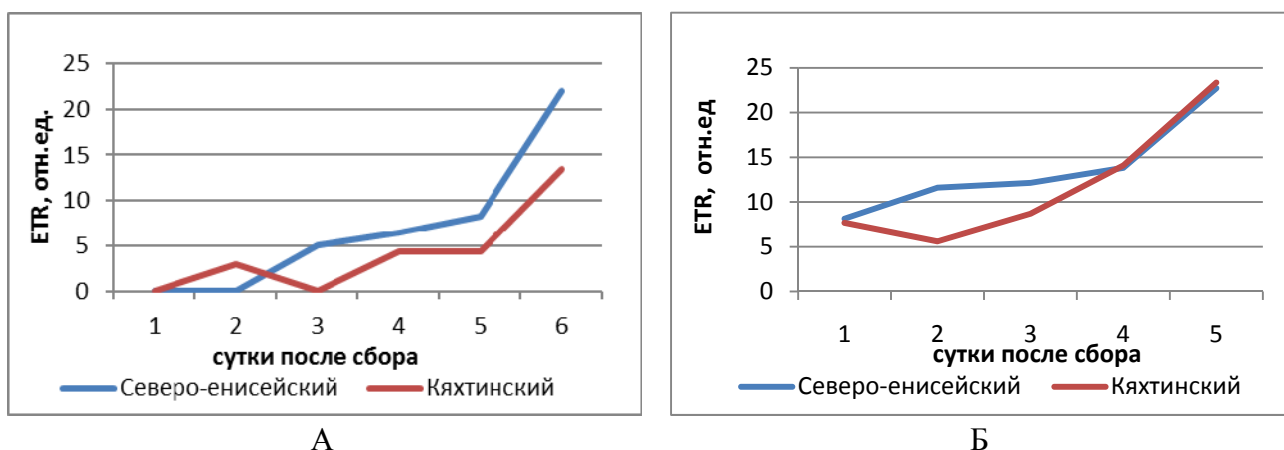


Рис. 1. Изменение ETR при выведении побегов сосны Северо-Енисейского и Кяхтинского климатипов из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях (А – январь, Б – март 2019 г.)

Также большое значение при исследовании состояния растительности имеет изучение пластичности фотосинтетического аппарата, то есть его способности приспосабливаться к изменениям условий внешней среды. Одним из наиболее распространенных параметров, характеризующих фотосинтетический аппарат, является его пигментный состав. Известно, что содержание хлорофиллов – главных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки – показывает реакцию растений на изменение факторов внешней среды, степень их адаптации к новым экологическим условиям. Данный метод основан на регистрации характерных спектров поглощения отдельных групп пигментов. Расчет концентрации хлорофиллов а, b и каротиноидов в вытяжке пигментов осуществляется в соответствии формулами Смита и Бенитеза [5].

В хвое обоих исследуемых климатипов мы наблюдаем одинаковое количество каротиноидов (рис. 2), но содержание хлорофиллов выше в хвое деревьев Северо-Енисейского климатипа, что свидетельствует о потенциальной готовности их к возобновлению фотосинтетической активности.

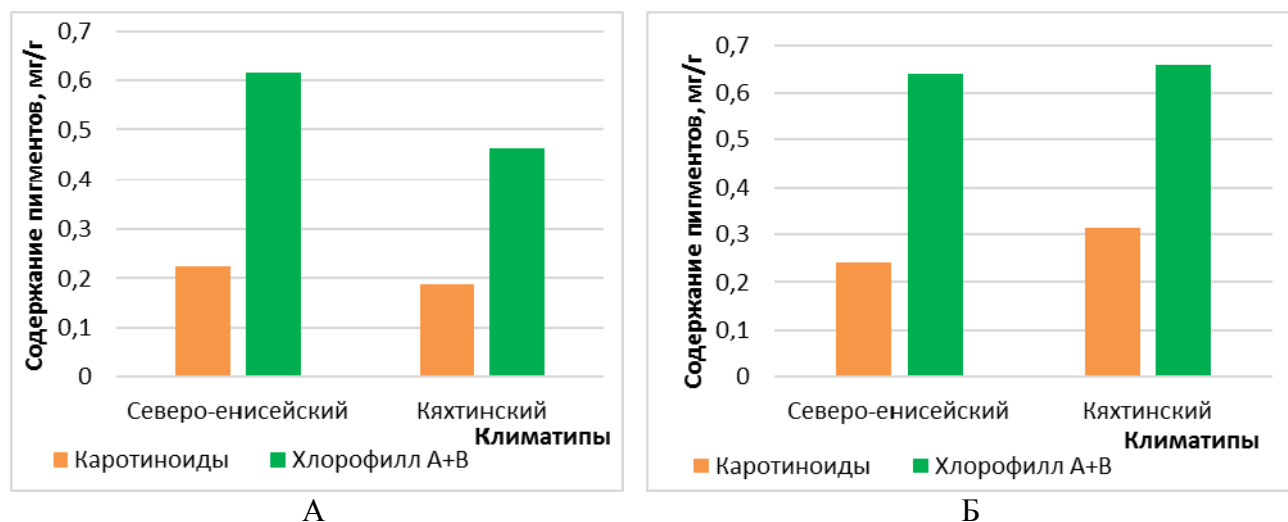


Рис. 2. Содержание пигментов в хвое деревьев сосны обыкновенной исследуемых климатипов (А – январь, Б – март 2019 г.)

С точки зрения эволюционных приспособлений это легко объяснить коротким вегетационным периодом у северных растений.

Из проведенных исследований видно, что Северо-Енисейский климатип в период исследований находится в состоянии вынужденного покоя. Данная фаза зимнего покоя предусматривает скорый переход в фазу вегетации, что не характерно для растений данного района и с большой вероятностью может привести к повреждениям и неправильному функционированию внутренних систем сосны обыкновенной.

Список литературы

1. Морфофизиологические особенности хвои у разных климатипов сосны обыкновенной в географических культурах / Н. В. Пахарькова, Н. А. Кузьмина, С. Р. Кузьмин [и др.] // Сибирский экологический журнал. 2014. № 1. С. 107–113.
2. Погода и климат. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>.
3. CLIMATE-DATA. ORG. URL: <https://ru.climate-data.org>.
4. Molecular control of cold acclimation in trees / Annikki Welling, E. Tapio Palva // *Physiologia Plantarum*. 2006. № 127. С. 167–181.
5. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу : учебник. М. : Академия, 2003. 256 с.

СОСТАВ И СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ШИРИНСКОЙ СТЕПИ

Ю.Л. Давыдова, Я.А. Ивченко*

Научный руководитель М.М. Сенотрусова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Отряд Грызуны (*Rodentia*) – самый большой отряд современных млекопитающих. Экологически пластичные грызуны освоили почти все среды обитания, доступные млекопитающим, кроме воздушной и морской. Зубная система – наиболее характерная особенность, по которой звери объединяются и отличаются от животных любых других отрядов. Резцы грызунов, расположенные по одному с каждой стороны верхней и нижней челюстей, очень велики, лишены корней и постоянно растут. Клыков у грызунов нет, а коренные зубы отделены от резцов диастемой. Также особи обладают высокой плодовитостью, что компенсирует массовую гибель от неблагоприятных условий, врагов и болезней.

Представители отряда имеют огромное практическое значение как вредители лесного, сельского домашнего хозяйства, а также как переносчики опасных болезней человека и животных, в том числе и охотничьих. Многие виды служат основным кормом для ценных пушных хищных зверей [1, 2].

Степной ландшафт Хакасии в результате деятельности человека за последние столетия был существенно трансформирован, создана система защитных искусственных лесных полос, которая изменила фаунистический состав сообществ мелких млекопитающих коренных степей [1, 6]. Исследования проведены в Ширинской (Чулымо-Енисейской котловине) степи Хакасии в летне-осенний период 2018 года. Обследованы степные участки различных растительных ассоциаций Ширинской степи, вблизи населённого пункта с. Солёноозерное, а также в окрестностях озера Ши́ра.

Цель исследования – изучение фаунистического состава мелких млекопитающих и его анализ. В задачи исследования входило определить видовой состав и рассчитать относительную численность мелких млекопитающих.

В исследованиях применены общепринятые зоологические методики количественного отлова и учёта мелких млекопитающих, для относительного учёта были использованы методы отлова в ловушки Геро, а также канавки и заборчики с конусами. Добытых животных обрабатывали по стандартным зоологическим методикам. При отлове использовали ловчие канавки, ширина и глубина которых составляла 25 см, а на расстоянии 10 м друг от друга в них вкапывались конусы. Ловушки Геро устанавливались в линию по 25 штук, через каждые 5 м. В качестве приманки брался кусочек хлеба, смоченный в растительном масле [3–5].

* © Давыдова Ю.Л., Ивченко Я.А., 2019

За весь период исследования на 10 пробных площадях, расположенных в окрестностях с. Солёноозерное, было отработано 120 конусо-суток и 1700 ловушко-суток, отловлено 65 зверьков из отрядов Грызуны и Насекомоядные.

Нами рассчитана относительная численность видов в пересчёте на 100 ловушко-суток, которая составила для полёвки узкочерепной (*Microtus gregalis* Pallas, 1779) – 2,5; мыши полевой (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771) – 0,6; красной полёвки (*Clethrionomys rutilus*, Pallas, 1779) – 0,5 зверьков.

В канавки с конусами было отловлено всего два вида и их относительная численность составила: бурозубки обыкновенной (*Sorex araneus*, Linnaeus, 1758) – 0,8 особей на 100 к.-с.; полёвки узкочерепной (*Microtus gregalis*, Pallas, 1779) – 0,8 особей на 100 к.-с.

Представив получившиеся данные в виде диаграммы процентного соотношения видов (рис. 1), можно сделать вывод, что доминирующим видом в период исследования является полёвка узкочерепная (*Microtus gregalis*, Pallas, 1779), доля её участия в сообществах достигла 68,8 %. Малочисленна красная полёвка (14,9 %) (*Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779).

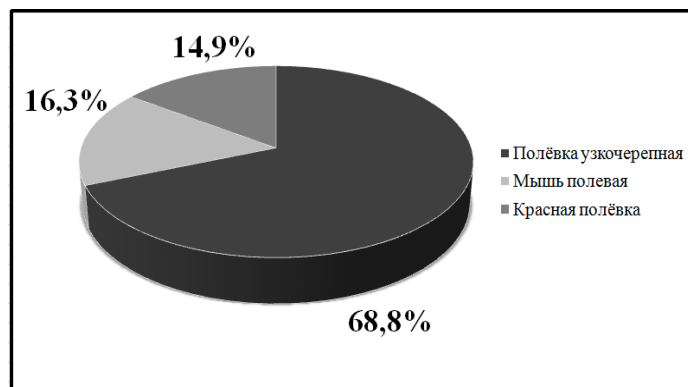


Рис. 1. Соотношение видов мелких млекопитающих в окрестностях с. Солёноозерное в период 2018 г. (n = 65)

Обследовав участок злаково-разнотравной степи на удалении 500–1000 м от берега озера Ши́ра, мы зафиксировали обилие зверьков узкочерепной полёвки. В результате расчета относительной численности на 100 ловушко-суток выявлено: узкочерепная полёвка (*Microtus gregalis* Pallas, 1779) – 12,8 зверька, полёвка-экономка (*Microtus oeconomus* Pallas, 1776) – 0,2 зверька на 100 л.-с.

Представив получившиеся данные в виде диаграммы процентного соотношения видов (рис. 2), можно сделать вывод, что абсолютным доминантом в окрестностях озера Ши́ра в период исследований 2018 г является полёвка узкочерепная (*Microtus gregalis* Pallas, 1779).

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что фауна мелких млекопитающих на территории Ширинской степи представлена пятью видами: полёвка узкочерепная (*Microtus gregalis*, Pallas, 1779), мышь полевая (*Apodemus agrarius* Pallas, 1771), полёвка красная (*Clethrionomys rutilus* Pallas, 1779), бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus* Linnaeus, 1758), полёвка-экономка (*Microtus oeconomus* Pallas, 1776).

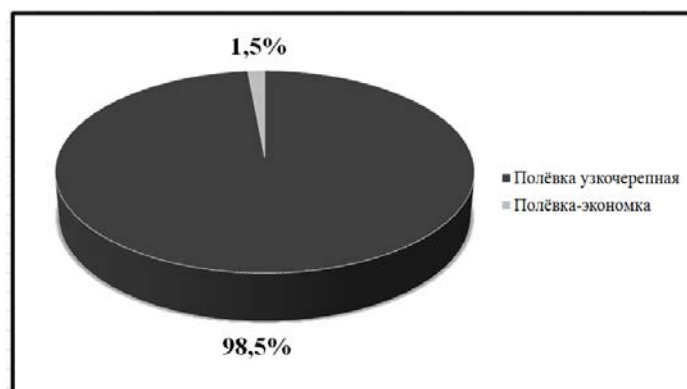


Рис. 2. Соотношение видов в окрестностях озера Ши́ра (n = 67)

Суммарная относительная численность всех видов в окрестностях с. Солёноозерное составила 3,6 особи на 100 ловушко-суток. Суммарная относительная численность всех видов в окрестностях озера Ши́ра составила 13 экземпляров на 100 ловушко-суток.

В последние десятилетия в Ширинской степи происходит усыхание и вырубка лесополос, а часть уже погибла от пожаров. В связи с этим идет деградация фито- и зооценозов во многих участках степных биотопов. Исследования по фауне мелких млекопитающих с 2000 гг. показали сложность состава и структуры населения разных участков. Индексы биоразнообразия, по данным исследователей, были высоки, происходило смешение степных, лесостепных и лесных видов [6]. В настоящее время показатели биоразнообразия снижены, численное обилие многих мелких млекопитающих находится на критическом уровне. Следует разработать ряд мероприятий, способствующих сохранению уникальных сообществ животных в степном ландшафте Хакасии.

Список литературы

1. Сенотрусова М. М. Бурозубки степей Хакасии // Научные труды SWORLD, 2016. Т. 8, № 45. С. 45–51.
2. Харченко Н. А., Лихацкий Ю. П., Харченко Н. Н. Биология зверей и птиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2003. 384 с.
3. Сенотрусова М. М. Методы отловов, учётов и обработки мелких млекопитающих : учеб.-метод. пособие. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. 64 с.
4. Смирнов В. С. Методы учёта численности млекопитающих: предпосылки к их совершенствованию и оценке точности результатов учёта. Свердловск : Сред.-Урал. кн. изд-во, 1964. 88 с.
5. Соколов Г. А., Швецова В. Я., Балагура Н. Н. Опыт учета абсолютной численности мелких млекопитающих в лесах Западного Саяна // Экология популяций лесных животных Сибири. Новосибирск : Наука, 1974. С. 77–86.
6. Сенотрусова М. М. Мелкие млекопитающие степного ландшафта Хакасии. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2017. 168 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ И ЕЛИ КОЛЮЧЕЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ТЕРРИТОРИИ Г. КРАСНОЯРСКА

Ю.Г. Евсева*

Научный руководитель Н.В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Городские условия отличаются от естественной среды обитания, это может сказываться на состоянии деревьев, произрастающих в городе. Красноярск входит в десятку городов с высоким уровнем загрязнения воздуха. По данным среднесибирского УГМС в 2017 г. общегородской уровень атмосферного загрязнения атмосферного воздуха характеризовался как «очень высокий» [1].

При озеленении городов могут использоваться как местные, так и интродуцированные виды. Эти виды возможно более уязвимы к внешним воздействиям, поскольку уже находятся не в своих условиях обитания. Также на состоянии растений может сказываться присутствие загрязнителей, в атмосферном воздухе это диоксиды серы и азота, взвешенные вещества, формальдегид, сероводород и др. Именно поэтому необходимо изучать влияние городских условий на растения. В качестве объектов исследования были взяты ель сибирская и ель колючая, произрастающие в двух разных районах города (рис. 1).

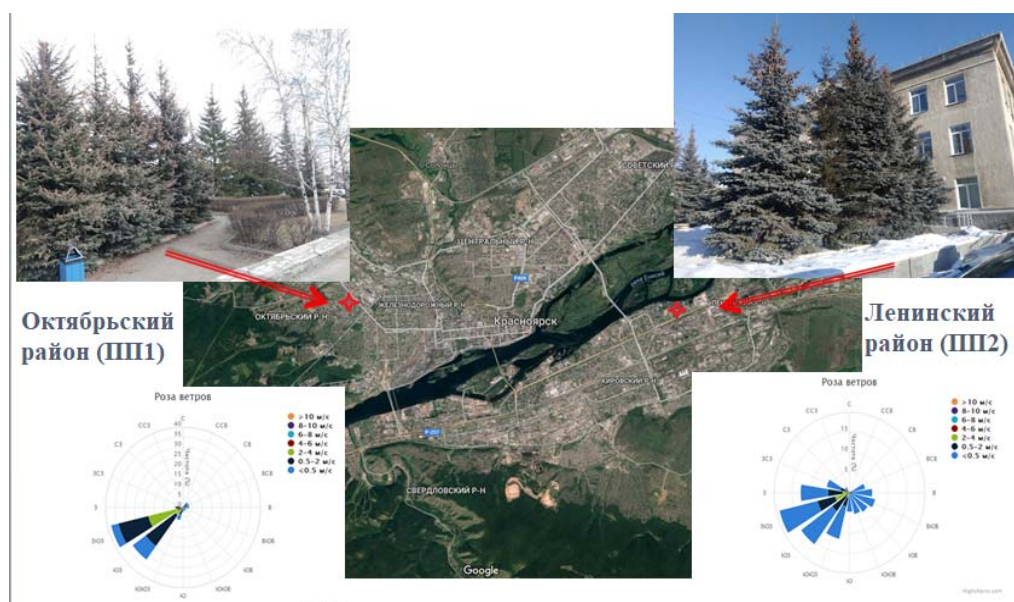


Рис. 1. Объекты исследования на карте

Ель колючая (*Picea pungens* Engelm) является интродуцированным видом, в природе встречается одиночно или небольшими группами вдоль рек, по се-

верным склонам гор западных районов Северной Америки. Растет в горах на высоте 2 000–3 300 м над уровнем моря.

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) является местным видом. Она растет преимущественно по ключам, руслам рек и заболоченным террасам. Наиболее обычна как сопутствующая порода в лесах самого различного состава. Реже выступает в качестве основного лесообразователя (преимущественно в долинных лесах). *Picea obovata* произрастает на почвах самого различного плодородия, в том числе на холодных переувлажненных, но сухих песчаных почв в Средней Сибири, как правило, избегает. Из-за разных условий произрастания возможны различия в общем состоянии елей. Ареал: огромная территория от Урала на западе до побережья Японского и Охотского морей на востоке, Монголия, Китай, Япония [2].

В качестве объекта исследования были взяты однолетние побеги деревьев этих видов, произрастающих в районах с различным уровнем загрязнения воздуха и температурными показателями.

Для характеристики фотосинтетического аппарата мы проводили количественное определение пигментов методом абсорбционной спектрофотометрии. Данный метод основан на регистрации характерных спектров поглощения отдельных групп пигментов. Это позволяет нам определить, как изменяется количество пигментов у наших видов по сезонам, проследить перестройку организма в связи с переходом в состояние покоя.

Количество фотосинтетических пигментов определяли в спиртовой вытяжке на спектрофотометре SPEKOL 1300 Analytik Jenna AG (Германия). Измерение содержания пигментов осуществляли на трёх длинах волн: 649, 654 и 665 нм. Рассчитывали по следующим формулам:

$$C_a = 13,70 * A_{665} - 5,76 * A_{649}; \quad (1)$$

$$C_b = 25,80 * A_{649} - 7,60 * A_{665}; \quad (2)$$

$$C_{a+b} = 6,10 * A_{665} + 20,04 * A_{649} = 25,1 * A_{654}. \quad (3)$$

Формулы получены на основе экспериментальных данных многих лабораторий при использовании различной спектральной техники [3].

Согласно ранее проведенным исследованиям [4], значительное усыхание елей происходит в ранневесенний период, когда при кратковременных оттепелях восстанавливается фотосинтетическая активность хвои и транспирация, приводящая к водному дефициту.

Для того чтобы убедиться в том, что различия между видами и районами достоверны, мы проводили двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями (табл. 1). Поскольку $F > F_{критическое}$, можно сделать вывод, что различия достоверны.

Их данных, указанных в табл. 2, видно, что оба вида елей чувствительны к таким поллютантам, как пыль, NO₂ и NO. При этом ель сибирская (*Picea obovata*) более чувствительна к загрязнениям, чем ель колючая.

Таблица 1

Дисперсионный анализ

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое
Выборка	0,026278	1	0,026278	32,70846	0,00044448	5,317655063
Столбцы	0,056113	1	0,056113	69,84546	3,184E-05	5,317655063
Взаимодействие	0,323798	1	0,323798	403,0381	3,9546E-08	5,317655063
Внутри	0,006427	8	0,000803			
Итого	0,412616	11				

Таблица 2

Значения коэффициента корреляции по основным загрязнителям

хлорофилл a + b	<i>Picea obovata</i>	<i>Picea pungens</i>
коэффициент корреляции		
пыль	0,54	0,51
CO	0,22	0,26
NO ₂	0,88	0,79
NO	0,63	0,46
формальдегид	0,43	0,39

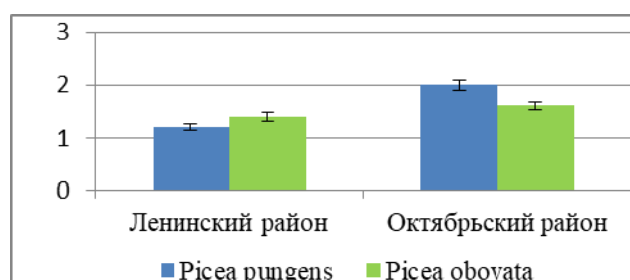


Рис. 2. Содержание хлорофиллов а и b мг/г в марте

Весной (рис. 2) у елей обоих видов в Ленинском районе наблюдается более низкое содержание хлорофиллов а и b, чем у елей из Октябрьского района, что связано с более низкой температурой воздуха в этом районе [4]. При этом у ели колючей (*Picea pungens*) в Октябрьском районе выше содержание пигментов, что связано с повышенной температурой. При этом у ели из Ленинского района, наоборот, количество хлорофилла ниже, чем у ели сибирской.

Таким образом, основными стрессирующими факторами, приводящими к усыханию хвои, для ели колючей являются повышение температуры во время ранних зимне-весенних оттепелей, а для ели сибирской – загрязнение воздушной среды.

Список литературы

1. Обзор о состоянии загрязнения атмосферного воздуха за 2017 г. : сайт. URL:

[http://meteo.krasnoyarsk.ru/LinkClick.aspx?fileticket=HQ2EgjuUNT4 %3d&tabid=227](http://meteo.krasnoyarsk.ru/LinkClick.aspx?fileticket=HQ2EgjuUNT4%3d&tabid=227).

2. Коропачинский И. Ю. Древесные растения для озеленения / под ред. И. Ю. Коропачинского ; Сиб. Отд-ние Рос.акад. наук, Центральный сибирский ботанический сад, Институт леса им. В. Н. Сукачева. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2014. 320 с.

3. Гавриленко В. Ф. Большой практикум по фотосинтезу : учеб. пособие для студ. вузов ; под. ред. И. П. Ермакова. М. : Академия, 2003. 256 с.

4. Пахарькова Н. В., Евсеева Ю. Г. Особенности морфофизиологических параметров ели сибирской и ели колючей в условиях городской среды // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем (Киров, 3-5 дек. 2018 г.) : материалы. Изд-во: Вятского гос. ун-та, 2018. С. 117–121.

СВЯЗЬ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ И КОНЦЕНТРАЦИЙ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА АВТОМАТИЧЕСКИХ ПОСТАХ НАБЛЮДЕНИЯ Г. КРАСНОЯРСКА

Д.В. Злобин*

Научный руководитель Р.А. Шарафутдинов
кандидат географических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Проведено статистическое исследование фактических данных измерения метеопараметров и концентраций загрязняющих веществ на трех автоматических постах наблюдения г. Красноярска.

Было проведено вычисление средних значений измерений по годам (2013–2017 гг. в Черемушках и 2012–2017 гг. в Северном и Солнечном) и по месяцам, после чего найдена парная корреляция по всем комбинациям вышеназванных параметров (кроме взвешенных веществ по месяцам из-за отсутствия большого массива данных по данному загрязнителю в определенные месяцы). Стоит отметить, что сходимость данных по годам и месяцам между собой крайне низкая, что может объясняться неточностью измерений или отсутствием больших фрагментов данных (например, в 2015 и 2017 гг.).

Корреляция оценивалась коэффициентом ранговой корреляции Спирмена в программе Excel. Теснота связи оценивалась по шкале Чеддока. Информация предоставлена КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды».

Осадки

Обнаружена сильная отрицательная корреляция по годам по взвешенным веществам и интенсивности осадков в Черемушках и очень сильная в Северном ($-0,999$). Аналогичные закономерности представлены в [1; 2].

В [3] описывается падение концентрации диоксида азота при выпадении осадков. В Красноярске на всех станциях обнаружена сильная корреляция по месяцам (от $+0,8$ до $+0,86$). Учитывая то, что во время дождя может образовываться азотная (и азотистая) кислота, естественно, что концентрация газа NO_2 уменьшится. При этом газоанализаторы не регистрируют загрязняющие вещества, находящиеся в состоянии аэрозоля, что делает данные о реальных концентрациях ЗВ не очень объективными.

В [2] приводится информация о том, что уменьшение концентрации ЗВ происходит в течение нескольких часов. Так, 12 июля 2016 г. в Северном корреляция по NO_2 через три часа после дождя равна $-0,56$. При этом отмечается, что выбросы в период дождя оказывают более вредное воздействие на окружающую среду, нежели при его отсутствии.

* © Злобин Д.В., 2019

По месяцам самая сильная корреляция у NO_2 (от 0,8), причем на всех трех станциях она отслеживается по давлению, осадкам и температуре. В работах [3; 4] немалое внимание уделено именно этому соединению.

Ветер

В [1; 2] отмечается, что усиление концентрации загрязняющих веществ отмечается при скорости ветра от 4 до 7 м/с, при котором наблюдается поступление к земной поверхности выбросов от высоких источников. В Черемушках в четырех из шести таких случаев было превышение ПДКсс по NO_2 (три раза направление ветра было SW и один W). На остальных станциях такой зависимости не обнаружено, что объясняется отсутствием высоких источников в данных направлениях ветра для данных станций (учтем, что в Красноярске самыми частыми направлениями ветра являются SW, S и W).

При штиле увеличивается загрязнение воздуха за счет выбросов низких источников [1]. В то же время ослабление ветра обуславливает увеличение подъёма перегретых выбросов, что приводит к уменьшению концентраций ЗВ. Больше всего реагирует на низкие скорости ветра в течение дня (менее 0,5 м/с) концентрация NO_2 и взв. веществ на всех трех станциях (причем в 11,8 % случаев в Северном ПДКсс по взвешенным веществам была превышена в пять раз). Это может объясняться тем, что основным источником выбросов NO_2 является автотранспорт, а рассеиванию этого газа как раз препятствует штиль. Концентрацию взв. веществ также может увеличивать движение автотранспорта, поднимающее пыль вдоль дорог. В августе у нас есть благоприятная для уменьшения концентраций ЗВ интенсивность осадков, но при этом неблагоприятные скорости ветра.

Давление и влажность

В [1] подробно описывается влияние циклонической активности на загрязнение в городе путем образования приземных или приподнятых инверсий. Обнаружена положительная корреляция концентрации CO и атмосферного давления, причем и по годам (0,75–0,89), и по месяцам (0,66–0,90). По годам прослеживается сильная связь с SO_2 в Северном и Солнечном. Есть положительная сильная связь с NO_2 по месяцам на всех станциях.

При влажности свыше 90 % наиболее часто возникает превышение по NO_2 на всех трех станциях (в Северном – в 65,3 % случаев). В [1; 4] указывается на рост загрязнения при туманах и повышенной влажности, при этом подчеркивается меньшая значимость влияния влажности по сравнению с другими параметрами, а также указывается частое отсутствие корреляции. Действительно, в Красноярске по влажности корреляция проявлялась довольно нечасто и с сомнительным знаком.

Отметим, что апрель является самым ветреным месяцем на двух станциях (на третьей – соседний май), в сочетании с низкой влажностью это должно проявляться в низких концентрациях ЗВ. Действительно, май занимает 1-2 место среди месяцев с наименьшей концентрацией CO и всегда 1 место среди NO, в

годовом ходе взв. веществ вторым минимумом после сентября – ноября является именно апрель – июнь. По NO_2 пара апрель – май находится в середине по концентрациям. А вот с SO_2 ситуация не так однозначна – в Черемушках максимум значений достигается именно в мае при усилении ветра и характерного переноса ЗВ от высоких источников. Тем не менее влияние ветра и влажности на рассеивание загрязняющих веществ или наоборот на их перенос очевидна.

Температура

В [2] описывается влияние температуры на распространение загрязняющих веществ. Летом прекращается отопительный сезон, поэтому логично, что выбросы от ТЭЦ, котельных и малых источников частного сектора уменьшаются. При этом летом ослабевает движение автотранспорта из-за выезда людей за город или начала периода отпусков (у многих).

Связь температуры и взвешенных веществ не линейна, что говорит о ее зависимости от многих других факторов. По месяцам обнаружена отрицательная корреляция по СО на всех трех станциях. Острее всего реагирует NO_2 : от 0,90 в Солнечном до – 0,96 в Черемушках.

Поэтому разумно предположить, что в июле (самом теплом месяце) выбросы должны быть наименьшими, а в январе – наибольшими. При этом вспомним, что январь еще и является нулевым месяцем по влажным осадкам, так что на этом месяце лежит тройной метеорологический противовес.

Действительно, по СО январь является самым «грязным» месяцем на всех трех станциях, а июль занимает 1–4 место среди самых чистых. С SO_2 это проявляется лишь в Черемушках. По NO_2 январь вышел на 1-2 место по всем станциям, а июль находился на 1-2 месте среди самых чистых. Таким образом, NO_2 прекрасно коррелирует с давлением и температурой. По взв. веществам январь находится на 1–3 месте среди наиболее загрязненных. Таким образом, влияние температуры, давления и осадков на загрязнение в январе очевидно.

Сравнение теплого и холодного периодов года

От холодного периода года к теплomu падает скорость ветра (низкие скорости в августе перебивают высокие скорости апреля – мая), падает влажность и увеличиваются осадки, падает давление и растет температура. Таким образом, 4 из 5 метеофакторов становятся более благоприятными в теплом периоде для уменьшения концентраций ЗВ.

И это подтверждается закономерным уменьшением концентраций СО, NO, NO_2 и взв. веществ, но не SO_2 . Его отличие от других газов в том, что он имеет куда меньшую концентрацию в атмосфере и что он сильно зависит от источника (например, от ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 или частного сектора). Таким образом, мы в очередной раз видим влияние метеорологических факторов на концентрацию ЗВ в атмосфере и важность их учета в градостроительной политике, работе предприятий.

По данным Среднесибирского УГМС, в период апреля 2017 – июня 2018 г. режим нМУ вводился 14 раз. Общими чертами являются антициклон

(хотя возможен и циклон), малоградиентное барическое поле, адвекция тепла на высоте, штиль или восточный ветер (однако возможны усиления ветра до 4 м/с SW или W), инверсия, застойные явления. Мощность приземной инверсии может достигать 600 м, а интенсивность – 14,4 °С.

Список литературы

1. Галеева Э. М., Теплова Д. С. Загрязнение атмосферного воздуха городских агломераций и влияющие неблагоприятные метеорологические условия (на примере г. Уфы) // Вестник Удмуртского университета. Серия : Биология. Науки о Земле. 2016. Т. 26. № 1. С. 7–14.

2. Костарева Т. В. Учет влияния метеорологических факторов при разработке схем прогноза загрязнения воздуха в городах Пермского края // Географический вестник. 2017. № 2 (41). С. 91–99.

3. Звягинцева А. В., Пригородова О. А. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы промышленными выбросами // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 432–436.

4. Крюкова С. В., Симакина Т. Е. Оценка влияния метеорологических параметров на концентрации загрязняющих веществ в атмосфере Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 5-2. С. 299–305.

ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИЯ В РАЙОНЕ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ

Е.В. Карнаухова*

Научный руководитель А.В. Хилюк
старший преподаватель кафедры БЖД

*Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М.Ф. Решетнёва*

На территории жилой застройки могут быть городские техногенные и природные источники пыли. Городские природные источники несут за собой пылеобразование за счет двух факторов: типа местных почв и пороговой скорости переноса их частиц. В воздухе городов в основном содержатся частицы мелкой или средней дисперсности от 0,1 до 10 мкм. Стоит учесть, что пылевые частицы размером от 0,3 до 5–6 мкм представляют наибольшую опасность для здоровья человека. Городские техногенные пылеобразования заслуживают большего внимания, как один из антропогенных факторов окружающей среды. Дорожная пыль содержит частицы до 50 мкм от 50 до 90 % случаев, которая при неблагоприятных метеорологических условиях поднимается вверх потоками ветра. Запыленность городского воздуха от промышленных предприятий зависит от отрасли производства, которая и будет указывать на характеристики частиц. В целом в промышленности используют малоэффективные пылеулавливатели для частиц дисперсностью до 5 мкм, которые и переносятся на более дальние расстояния от предприятия [1]. На экологическое состояние района жилой застройки оказывает влияние рельеф, роза ветров, удаленность от антропогенных источников.

По результатам исследования, в примесях в воздухе на правом берегу г. Красноярска был обнаружен целый ряд металлов, представленный на рис. 1 [2].

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году», одним из лидирующих по величине несоответствия гигиеническим нормативам являются взвешенные частицы 10 и 2,5 мкм. Доля проб от 1 до 2 ПДК в 5,3 % у взвешенных частиц 10 мкм и 7,8 процентов у частиц 2,5 мкм, от 2 до 5 ПДК в 0,8 процентов у взвешенных частиц 10 мкм и 2,7 у частиц 2,5 мкм [3].

Чем меньше диаметр частицы, тем выше ее способность к накоплению химических элементов. Пыль, образующаяся на фасадах зданий от 1 до 5 мкм, что характерно для техногенной пыли, способна накапливать Mn, Zn, Cu, Cr, Ni, Fe. Частицы диаметром меньше 1 мкм могут содержать токсичные элементы как As, Sb, Pb, Cd. Такая мелкодисперсная пыль оказывает не только нега-

* © Карнаухова Е.В., 2019

тивное влияние на жителей городов, но и на различные фасады зданий, на их наветренные стороны.

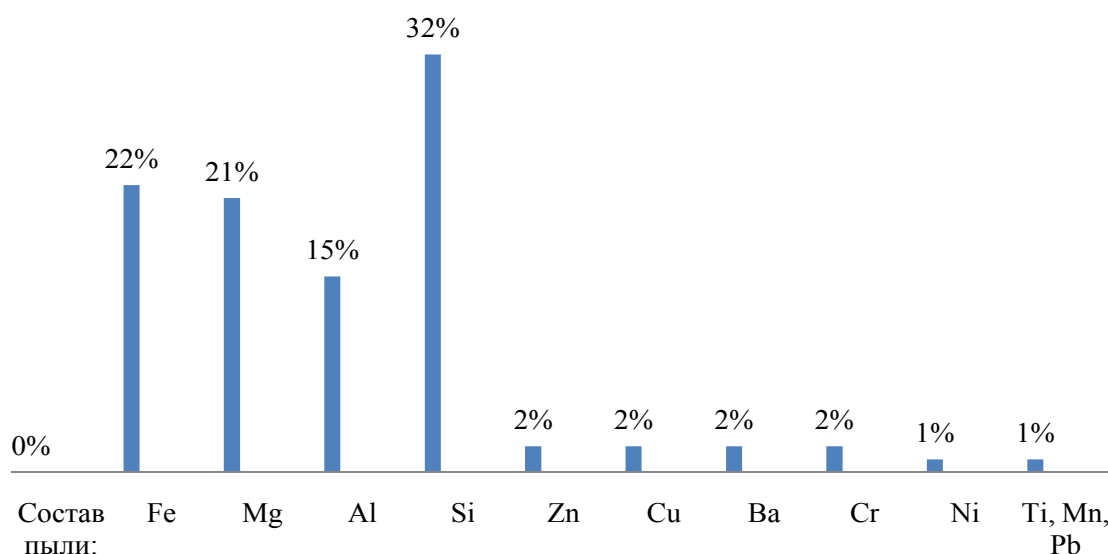


Рис. 1. Содержание примесей в воздухе

Источниками техногенной пыли в городском воздухе могут быть промышленные и складские территории, организованные и стихийные участки складирования мусора, автодороги и автостоянки. Одним из возможных источников в г. Красноярске в исследуемых районах является АО «Красмаш», так как в состав его отходов по результатам рентгенофазового анализа входят различные металлы, в том числе гидроксиды алюминия $Al(OH)_3$ и магния $Mg(OH)_3$. Эти соединения могут попадать в воздух и в состав пыли, которая в дальнейшем попадает на территорию жилой застройки в процессе пыления мест складирования (свалок) и в процессе транспортировки до мест хранения.

$$V_{\text{пороговая}} = K_{\text{крит.}} \times V_{\text{исходная}}$$

где $K_{\text{крит}}$ – коэффициент скорости ветра, при котором начинается перенос пыли, по формуле В. А. Карамышева; $V_{\text{исходная}}$ – скорость ветра господствующих направлений на высоте 2 м, по данным метеостанции г. Красноярска (средняя скорость ветра по данным метеостанции на территории города 2,1 м/с).

Согласно проведенным расчетам, при скорости 0,84 м/с начинается процесс пылепереноса, а уже при скорости 2,1 м/с увеличивается пылеветровая активность, что способствует ухудшению ситуации в жилой застройке.

С высотой концентрация пыли уменьшается, что характерно для всех типов застройки. Чем выше удаленность от земли, тем больше скорость ветра, которая препятствует задерживанию пыли на фасадах зданий.

За последние несколько лет по данным санитарно-эпидемиологической службы выросло число заболеваний органов дыхания среди населения Красно-

ярского края в среднем на 5 %, что особенно ярко проявляется среди детского населения города. Причем среди всей структуры заболеваемости, наблюдаемой среди населения на территории Красноярского края, 1 место занимают болезни органов дыхания, около 50 % от общего числа [3].

Для уменьшения пылеотложений на фасадах зданий в районе жилой застройки фасад постройки можно условно разделить на три части: первая (цоколь) – 0,5–1,0 м; вторая (первый этаж) – 1,0–4,0 м; третий (второй этаж и выше) – 4,0–10,0 м и более. Для цоколя и первого этажа характерна средне- и крупнодисперсная пыль природного происхождения, что говорит о ее способности задерживаться на фасадах, имеющих рельефность. Заменяв такой фасад на фасад с высоким показателем устойчивости к запылению, мы уменьшим пылезадержание на поверхности крупных частиц, так как частицы меньше 10 мкм не способны задерживаться на рельефных поверхностях. Для второго и более высоких этажей характерна мелкодисперсная пыль, техногенного и частично природного происхождения. В этом случае рельефность поверхности не имеет значения, так как мелкодисперсная пыль осаждается так же, как и на гладкую поверхность. Необходимо применять материалы, исключая шероховатость поверхностного слоя макронеровностей и с высокой способностью к самоочищению [1].

Соответственно для жителей верхних этажей с учетом правильно выбранных материалов фасадов, расположением зданий и других архитектурно-планировочных решений, начиная с 10 этажа будут характерны процессы самоочищения. Для уменьшения скопления пыли на территории жилой застройки необходимо контролировать новые проекты жилых кварталов и озеленять уже имеющиеся комплексы, обеспечивая таким образом защиту.

Достаточно эффективно справляются с обеспылением, помимо применяемого повсеместно озеленения, искусственные изгороди, так называемые габионы, которые уже давно применяются в европейской практике организации безопасной среды в зоне жилой застройки. Такие искусственные изгороди применяют в качестве барьера на пути прохождения запыленного потока воздуха, благодаря которому скорость потока уменьшается [4].

Список литературы

1. Стеценко С. Е. Учет фактора запыленности в формировании городской застройки. 2006. С. 156–170.
2. Протоколы исследований образцов Института химии и химических технологий СО РАН.
3. 4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году: Государственный доклад / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю. 2018. 323 с.
4. Стеценко Е. С., Емельянова О. Е. Современные эффективные средства пылезащиты городской среды в условиях ее реконструкции // Приволжский научный вестник. 2016. С. 57–58.

5. Бакутис В. Э., Бутягин В. А., Лунц Л. Б. Инженерное благоустройство городских территорий. М. : Стройиздат, 1971. 224 с.

6. ГН 2.1.6.2604-10 Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

**ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ И УСЛОВИЙ
УВЛАЖНЕНИЯ НА БОЛОТЕ «МОХОВОЕ»
(ИРБЕЙСКИЙ РАЙОН)**

Д.В. Козлова*

Научный руководитель А.В. Гренадерова
кандидат географических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Несмотря на то, что Ирбейский район входит в перечень наиболее заторфованных районов южной части Красноярского края [7], болота Ирбейского района на сегодняшний день остаются слабоизученными с точки зрения познания особенностей их образования и развития.

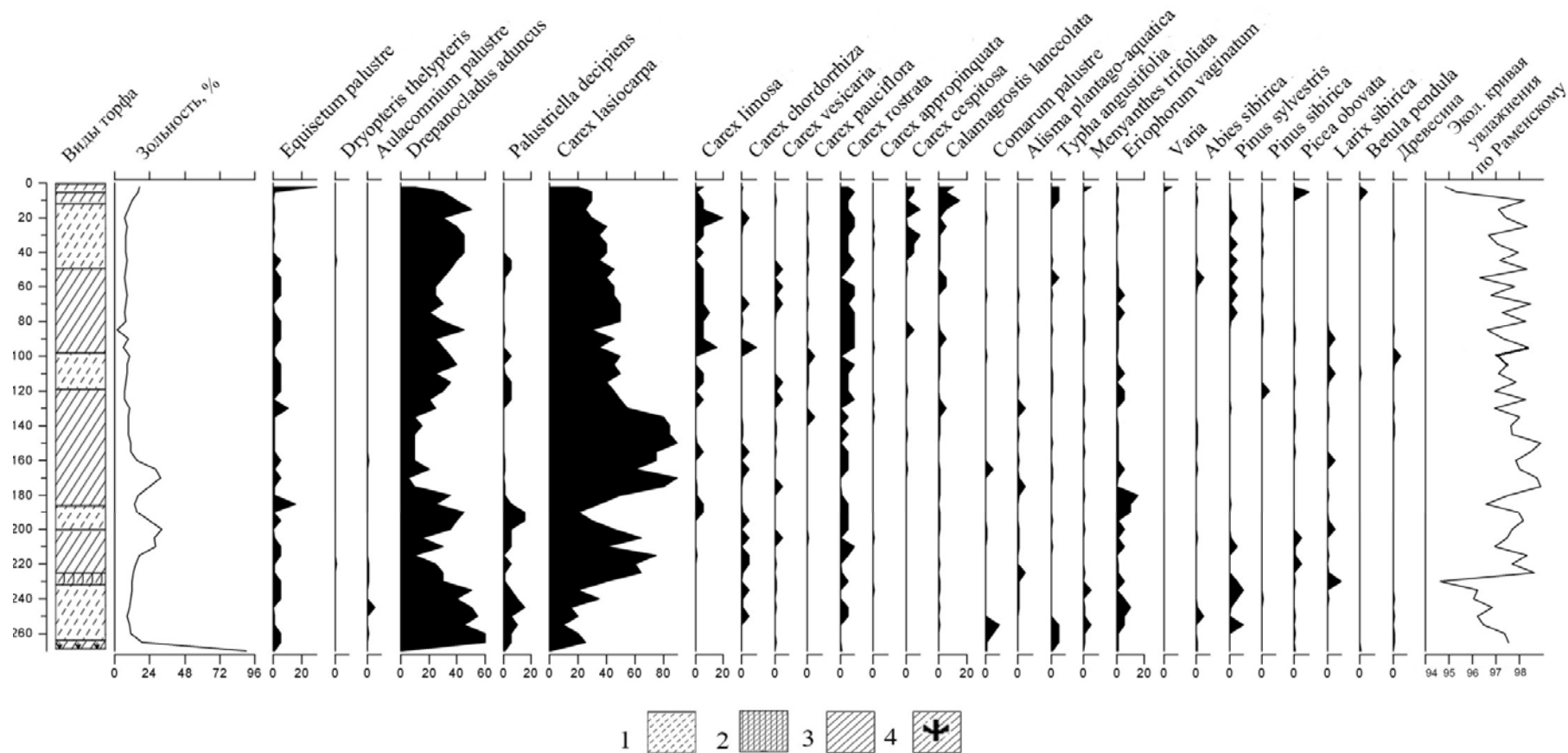
Цель настоящего исследования – изучение развития болот Ирбейского района (на примере болота «Моховое»).

Основным методом исследования является ботанический анализ торфа [9]. Образцы торфа были отобраны с помощью торфяного бура, интервал отбора 5 см. Общая мощность торфяной колонки – 2,65 м. Микроскопирование образцов осуществлялось при помощи светового микроскопа при увеличении $\times 140$ и $\times 200$. Для идентификации видовой принадлежности растительных остатков использовались атласы [3; 4]. Определение видов торфа проводилось по ключам, составленным Р.Г. Матухиным и др. [6]. По результатам ботанического анализа макрофоссилий торфа выявлены сукцессии растительности на протяжении всего времени торфонакопления, а с помощью экологических шкал Л.Г. Раменского (1956) [8] оценены условия увлажнения болота на качественном уровне за весь период его развития. Зольность торфа определялась по методике ГОСТ 27784–88 [2].

Болотный массив «Моховое» расположен на надпойменной террасе реки Кунгус (правый приток р. Кан второго порядка), в 15 км к ЮВ от с. Ирбейское ($55^{\circ}34'29.7''$ с.ш., $95^{\circ}42'18.9''$ в.д.), абсолютная отметка высоты составляет 257 м. Общая площадь болота в нулевой границе – 613 га, в границе промышленной глубины – 404 га, максимальная мощность торфяной залежи – 3,70 м, средняя – 1,58 м [1].

Современная растительность на болотном массиве представлена березово-лиственничным разнотравно-зеленомошным редким лесом. В травяно-кустарничковом ярусе преобладает осока волосистоплодная (*Carex lasiocarpa* Ehrh.) до 80 %, встречается хвощ болотный (*Equisetum fluviatile* L.) вахта трехлистная (*Menyanthes trifoliata* L.), пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum* L.), грушанка (*Pyrola* L.) и клюква (*Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr.). Моховой ярус представлен гипновым мхом (*Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwagr.).

* © Козлова Д.В., 2019



Условные обозначения: виды торфа 1– гипсовый низинный; 2 –древесно-осоковый низинный; 3 – осоковый низинный; 4 – оторфованный суглинок.

Рис. Виды торфа, зольность, основные растения-торфообразователи, экол. кривая увлажнения по Л.Г. Раменскому, отложений разреза «Моховое»

По результатам ботанического анализа установлено, что изученная торфяная толща сложена торфом низинного типа. Доминирующими видами торфа являются: осоковый (55,5 %) и гипновый (42,5 %). Основные растения-торфообразователи: осока (процент участия в волокне торфа до 90 %), доминирующий вид – *C. lasiocarpa*, участие других видов осоки (*C. limosa* L., *C. chordorrhiza* Ehrh., *C. vesicaria* L., *C. pauciflora* Lightf., *C. rostrata* Stoke., *C. cespitosa* L., *C. appropinquata* Schumach.) не превышает в сумме 20 %; и зеленый мох (процент участия в волокне торфа до 60 %), доминирующий вид – (*Drepanocladus aduncus* (Hedw.) (рисунок).

Зольность торфа варьирует от 2 до 31,8 %, в горизонте 0–0,1 м от поверхности среднее значение составляет 15 %, а в интервале 0,15–1,25 м всего 8 %, на глубине 1,30–2,65 м содержание зольных элементов в среднем 16 %. Максимальное значение общей зольности зафиксировано в интервале глубин 1,65–1,70 м и 2,0–2,10 м (до 31,8 %).

Для начального развития болотного массива «Моховое» характерно осоково-гипновое сообщество, с небольшим включением древесной породы представленной елью сибирской и сосной обыкновенной. Наряду с осокой на начальной стадии образования болота произрастали представители болотного разнотравья: вахта, пушица, вейник ланцетный (*Calamagrostis lanceolata* Roth.), рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.) и сабельник болотный (*Comarum palustre* L.), а также хвощ и зеленый мох. Остатки древесных пород (кора березы (*Betula pendula* Roth.), сосны (*Pinus sylvestris* L.), ели (*Picea obovata* Ledeb.), кедра (*Pinus sibirica* DuRoi.) и пихты (*Abies sibirica* Ledeb.)) отмечены в малом количестве (до 5 %), но встречаются на протяжении всей толщи.

Осоково-гипновая группировка произрастала на протяжении всего периода развития болота, с периодическим изменением доли участия осоки и зеленого мха и смены видов болотного разнотравья. Толща имеет практически однородное сложение, что указывает на стабильность водно-минерального питания (94–103 ступень по шкале Л. Г. Раменского). Для интервалов с высокой зольностью (1,65–1,70 м и 2,0–2,10 м) отмечено незначительное повышение увлажнения (по данным кривой увлажнения), что может свидетельствовать о более интенсивном процессе поступления минеральных веществ.

Список литературы

1. Бикс В. А., Ильин М. А., Ткаченко Л. П. Отчет о детальной разведке торфяного месторождения Моховое Ирбейского района Красноярского края. 1978.
2. ГОСТ 27784–88 Почвы. Метод определения зольности торфяных и оторфованных горизонтов почв.
3. Домбровская А. В., Коренева М. М., Тюремнов С. Н. Атлас растительных остатков, встречающихся в торфе. М., Л. : Госэнергоиздат, 1959. С. 137.
4. Кац Н. Я., Кац С. В., Скобеева Е. И. Атлас растительных остатков в торфах. М. : Недра, 1977. С. 371.

5. Матухин Р. Г., Матухина В. Г., Васильев И. П. и др. Классификация торфов и торфяных залежей Западной Сибири. Новосибирск : Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 2000. С. 96.
6. Платонов Г. М. Болота лесостепи Средней Сибири. М. : Наука, 1964. С. 3–30.
7. Раменский Л. Г., Цаценкин И. А., Чижиков Н. А., Антипин Н. А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М. : Государственное изд-во сельскохозяйственной литературы, 1956. С. 480.
8. Торфяные месторождения и их разведка (руководства по лабораторно-практическим занятиям) / Под общей ред. И. Ф. Ларгина. М. : Недра, 1977. С. 264.
9. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 16. Ангаро-Енисейский район. Вып. 1. Енисей / под ред. Г. С. Карабаева. Л. : Гидрометеиздат, 1967.

СОСТОЯНИЕ ПОДЛЕСКА В ОЧАГАХ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА НА ТЕРРИТОРИИ ГПЗ «СТОЛБЫ

Е.В. Косолапова*

Научный руководитель О.М. Шабалина
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Последние десять лет в Сибири зафиксирована массовая деградация пихтовых лесов, которая вызвана инвазивным дендрофагом *Polygraphus proximus*. Инвайдер успешно обосновался на территориях нескольких субъектов РФ, в числе которых Красноярский и Алтайский края, Кемеровская, Новосибирская, Томские области [1].

Причин такого успеха полиграфа несколько, однако, главная из них – офиостомовые грибы, к которым именно пихта сибирская оказалась самым восприимчивым видом [2]. Дополнительными факторами распространения уссурийского полиграфа в Сибири послужили более благоприятные для размножения среднегодовые температурные показатели и способность насекомого развиваться на других хвойных породах [3, 4].

Особую тревогу вызывает деградация пихтовых лесов на территориях ООПТ, в частности, это касается территории Красноярского края. На территории ФГБУ «Государственный природный заповедник «Столбы» пихтовые леса занимают 25 % лесной площади. Пихта сибирская не только выступает здесь в роли главного лесообразователя, но имеет тенденцию к расширению своего ареала за счет сокращения площади лиственничных и отчасти сосновых лесов. Однако, в настоящее время сотрудниками заповедника зафиксировано множество действующих очагов массового размножения полиграфа на его территории, что может вызвать деградацию пихтарников и нарушение уникальных экосистем заповедника.

Как показывают исследования, изменения, которые происходят с пихтовыми древостоями в очагах размножения *Polygraphus proximus*, неизбежно приводят к изменениям в нижних ярусах фитоценоза [5].

В работах ряда авторов [5–7] говорится о том, что уменьшение сомкнутости крон древесного яруса, которое связано с увеличением прозрачности крон пихт, постепенным переходом их в сухостой и валеж, приводит к изменению состава и структуры подлеска, травяного и мохового ярусов в растительных сообществах пихтовых лесов, пораженных уссурийским полиграфом. Следствием этого может явиться чрезмерное разрастание подлеска и живого напочвенного покрова, что может оказать негативное влияние на естественное возобновление пихты. Однако, в настоящее время не уделяется должного внимания роли под-

* © Косолапова Е.В., 2019

леска в сукцессионных процессах, протекающих в очагах размножения уссурийского полиграфа.

Целью работы было оценить изменения, происходящие в структуре подлеска в очагах *Polygraphus proximus* в пихтовых лесах на территории ГПЗ «Столбы».

В задачи работы входило:

- 1) провести сравнительный анализ видового состава подлеска в пихтарниках с различной степенью поврежденности уссурийским полиграфом;
- 2) оценить обилие и жизненное состояние подлесочных пород в исследованных пихтарниках;
- 3) с помощью корреляционного анализа оценить возможное влияние подлеска на естественное возобновление пихты в очагах размножения полиграфа.

В работе использовались акты проведения лесопатологического мониторинга лесных участков, находящихся на территории ФГБУ «Государственный природный заповедник «Столбы» Красноярского края, за 2018 г. Также был проведен анализ собственных данных геоботанических описаний на временных пробных площадях, заложенных сотрудниками Центра защиты леса Красноярского края на территории ФГБУ «Государственный природный заповедник «Столбы».

Всего при обследовании пробных площадей было обнаружено семь видов кустарников: спирея средняя (*Spiraea media* Schmidt), черемуха обыкновенная (*Padus avium* Mill), рябина сибирская (*Sorbus sibirica* Hedl), смородина колосистая (*Ribes spicatum* E. Robson), малина обыкновенная (*Rubus idaeus* L.), жимолость Палласа (*L. pallasii* Ledeb.), волчегодник обыкновенный (*Daphne mezereum* L.). Из них пять (черемуха, рябина, смородина, жимолость и волчегодник) – типичные представители темнохвойных лесов, а спирея и малина – представители светолюбивых растений, которые способны формировать самостоятельный ярус при увеличении светового довольствия, в том числе и в очагах массового размножения полиграфа [8]

По данным лесопатологического мониторинга лесных участков на территории заповедника доля отработанных деревьев на ВПП1 составляет 80 %. Видовой состав подлеска складывается из пяти подлесочных пород: спирея средняя, черемуха обыкновенная, рябина сибирская, смородина колосистая, малина обыкновенная.

На ВПП3 пихта к 2018 г. усохла на 100 %. В подлеске обнаружены спирея средняя, рябина сибирская, смородина колосистая, малина обыкновенная.

В первом ярусе древостоя на ВПП13 были отмечены такие породы, как пихта, единично лиственница, кедры, ель и береза. Пихта усохла на 50 %. Анализ видового состава подлеска показал, что там произрастают только рябина сибирская и спирея средняя, а также единично черемуха обыкновенная, смородина колосистая и волчегодник обыкновенный.

На ВПП14 обнаружено 58 % усохших деревьев пихты сибирской. Видовой состав подлеска богаче, чем на трех остальных пробных площадях. Представлен шестью подлесочными породами, среди которых спирея средняя, чере-

муха обыкновенная, рябина сибирская, смородина колосистая, малина обыкновенная, жимолость Палласа.

Общая густота подлеска на пробных площадях существенно отличается: от 5,0 тыс. шт./га на ВПП1 до 22,7 тыс. шт./га на ВПП14 (рис. 1).

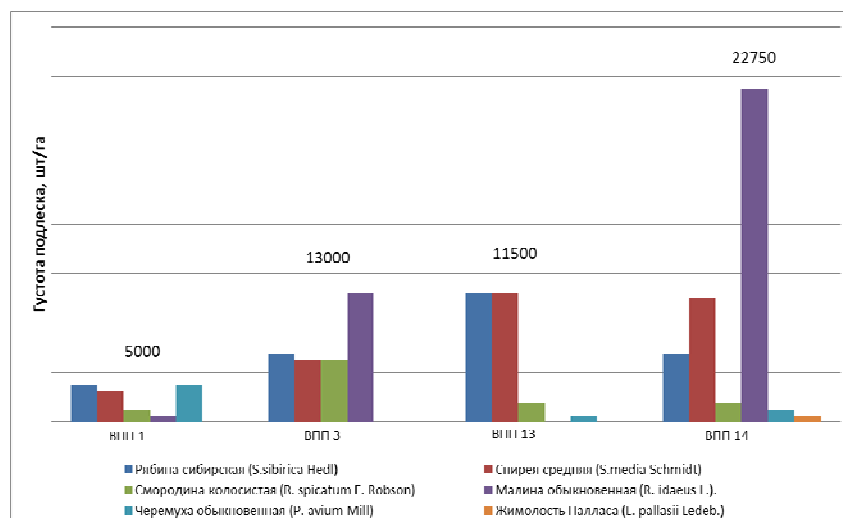


Рис. 1. Видовой состав и густота подлеска (шт./га) на ВПП в очагах массового размножения уссурийского полиграфа

Не обнаружено зависимости между густотой подлеска на пробных площадях и долей усохших пихт. Например, на ВПП3 со 100 % усыханием пихты густота малины, которая по данным ряда авторов [5, 6] сильно разрастается в очагах массового размножения уссурийского полиграфа, составила 5 250 шт./га, тогда как ВПП14 (58 % усохших пихт) – 13 500 шт./га.

При этом существует положительная взаимосвязь между проективным покрытием подлеска и поврежденностью древостоя ($r = 0,83$). Так, на полностью усохшей ВПП3 проективное покрытие подлеска составило 69,9 %, тогда как на наименее поврежденной ВПП13 – только 35,9 % (рис. 2).

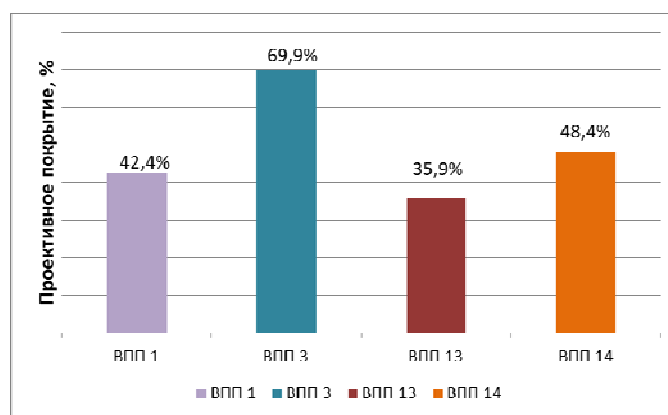


Рис. 2. Проективное покрытие подлеска в очагах массового размножения полиграфа

На исследуемых пробных площадях подлесок не оказывает существенно-го негативного влияния на подрост пихты. Напротив, отмечено существование сильной корреляционной связи между проективным покрытием подлеска и густотой подростка пихты ($r = 0,8$), однако из-за малого размера выборки значение коэффициента корреляции статистически не достоверно. Это подтверждает сделанные ранее некоторыми авторами [7] выводы, что осветление благоприятно сказывается на естественном возобновлении пихты.

Выводы

1. На всех ВПП произрастают как типичные для темнохвойных лесов виды подлеска (рябина, черемуха, жимолость), так и более светолюбивые породы (малина и спирея средняя), что отражает довольно высокий уровень светового довольствия в поврежденных пихтарниках.

2. Не обнаружено зависимости между густотой подлеска на пробных площадях и долей усохших пихт, однако имеется положительная взаимосвязь между проективным покрытием подлеска и поврежденностью древостоя.

3. В настоящее время в обследованных очагах массового размножения уссурийского полиграфа кустарниковый ярус не оказывает существенного негативного влияния на естественное возобновление пихты.

Список литературы

1. Бисирова Э. М., Кривец С. А. Динамика состояния древостоев пихты сибирской, поврежденных уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandf. в Томской области // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 44. С. 118–140

2. Кривец С. А., Бисирова Э. М. [и др.] Трансформация таежных экосистем в очаге инвазии полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западной Сибири // Российский журнал биологических инвазий. 2015. № 1. С. 41–62.

3. Пашенова Н. В., Баранчиков Ю. Н., Петько В. М. Агрессивные офиостомовые грибы из ходов полиграфа уссурийского // Защита и карантин растений. 2011. № 6. С. 31–32.

4. Керчев И. А. Экология полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 2. С. 80–94.

5. Шабалина О. М., Безкорвайная И. Н., Баранчиков Ю. Н. Изменение нижних ярусов фитоценозов пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.) на территории Красноярского края // Лесной журнал. 2017. № 2. С. 67–84.

6. Чернова Н. А. Влияние полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) на растительный покров пихтовых лесов Ларинского ландшафтного заказника (Томская область) // Человек и природа – взаимодействие на особо охраняемых природных территориях : материалы межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 25-

летию создания Шорского национального парка, Новокузнецк, 3–6 октября 2014 г. / отв. ред. Л. А. Триликаускас. Горно-Алтайск, 2014. С. 168–173.

7. Дебков Н. М. Природный потенциал возобновления в пихтовых лесах, поврежденных в ходе инвазии уссурийского полиграфа // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. С. 58–68.

8. Сухомлинова В. В., Сухомлинов Н. Р. Роль кустарников в пирогенной динамике зональной растительности в экотоне (на примере квазибореальных лесов Среднего Приамурья) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия : естественные науки. 2010. № 4. С. 80–83.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНДИКАТОРНОЙ ЗНАЧИМОСТИ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИН
ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО (*Populus balsamifera* L.)**

В.А. Кулагина*

Научный руководитель Е.Я. Мучкина
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Процессом урбанизации территории усиливается химическое загрязнение атмосферного воздуха, что приводит к накоплению поллютантов в компонентах экосистем. Процесс повышения концентрации токсикантов в почвенном покрове ведет к более интенсивной аккумуляции таких соединений в живых организмах особенно многолетних растений. При этом изменение состояния окружающей среды определяет особенности развития и функционирования представителей биоты. Подобные процессы наблюдаются на территориях крупных промышленных центров, каковым является и г. Красноярск.

Высокую степень загрязнения городской территории г. Красноярска подтверждает ИЗА-5, значение которого в 2017 г. превышало 14, что соответствует опасному уровню [1].

Для исследования состояния древесных насаждений тополя бальзамического в черте г. Красноярска по показателям листовых пластин были выбраны две площадки: в жилой зоне – микрорайон Черёмушки и в промышленной зоне – в районе расположения ТЭЦ-2 и Цементного завода.

Для анализа собирали листовые пластины одновозрастных деревьев аллеяного типа в конце вегетационного периода (август 2018).

В ходе работы были измерены следующие показатели:

- пять основных морфометрических признаков;
- площадь листа;
- масса листа;
- количество устьиц [2].

Измерения линейные велись при помощи программы ImageJ и сканированных изображений листовых пластинок. Измерение массы происходило на весах AcculaB, подсчет устьиц – на микроскопе Levenhuk N10 NG при увеличении 16 × 40 (окуляр × объектив).

Для индикации состояния окружающей среды используются самые разные параметры листовых пластин. Кроме уже перечисленных, используются такие, как форма [3], длина, толщина и ширина листа, длина черенка.

Используемые в данной работе морфометрические показатели были выбраны в соответствии с методическими рекомендациями.

Данные усредненных размеров пяти основных морфометрических признаков представлены в табл. 1.

* © Кулагина В.А., 2019

Таблица 1

Морфометрические параметры листовых пластин тополя бальзамического произрастающего на территории г. Красноярска, 2018 г.

Морфометрические параметры	Районы исследования			
	район ТЭЦ-2 и Цементного завода		микрорайон Черёмушки	
	X	min–max	X	min–max
Ширина половинки листа	27,9 ± 0,59	15,3–45,7	28,1 ± 0,56	16,5–50,6
Длина второй жилки второго порядка	40,1 ± 0,63	24,8–73,2	40,5 ± 0,69	24,2–66,1
Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка	13,1 ± 0,39	3,4–26,19	12,8 ± 0,37	5,3–24,7
Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка	16,6 ± 0,040	5,3–31,9	15,6 ± 0,31	8,8–27,2
Угол между второй жилкой второго порядка и главной жилкой (град)	39,3 ± 0,63	26,6–63,2	41,8 ± 0,61	23,7–65,8

Величины признаков отличаются по районам исследования, но определённая закономерность не выявляется. Значения ширины половинок, длины второй жилки второго порядка и угла между главной жилкой и жилкой второго порядка выше у растений, произрастающих в микрорайоне Черёмушки.

В сравнении таких показателей, как площадь, масса листовых пластинок и количество устьиц на 1 мм², не зафиксировано однообразия (см. табл. 2).

Таблица 2

Площадь масса и число устьиц листовых пластин тополя бальзамического

Морфометрические показатели	Районы исследования	
	микрорайон Черёмушки	район ТЭЦ-2 и Цементного завода
Площадь, см ²	25,6	33,2
Масса, г	49,7	46,6
Количество устьиц на 1 мм ²	125,0	166,6

Средние значения массы листовых пластин выше у деревьев, произрастающих в микрорайоне Черёмушки, но значения площади листьев и плотности расположения устьиц больше в районе ТЭЦ-2 и Цементного завода.

Анализ данных по морфометрическим параметрам листовых пластин тополя бальзамического, произрастающего на территории Красноярска, не выявил приуроченности более высоких или сниженных значений изучаемых показателей, что не позволяет использовать их в качестве дескрипторов степени загрязнения окружающей среды. Это подтверждается данными, так как для выяв-

ления загрязненных районов предложено использовать не отдельные признаки, а степень проявления асимметрии билатеральных признаков, и применять для оценки степени загрязнения окружающей среды [4].

Оценка листовых пластин тополя бальзамического в двух районах Красноярска не показала однозначной приуроченности изменения признака в районе с большей антропогенной нагрузкой.

Можно предположить, что оба исследуемых района имеют достаточно высокую степень загрязнения, сила воздействия которого на древесные растения однозначно превосходит условия, которые можно считать условно чистыми.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году». Красноярск, 2018.
2. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / МПР РФ; Введ. 16.10.03.
3. Луговская А. Ю. Влияние транспортно-промышленного загрязнения на морфометрические параметры и элементный состав *Potentilla fruticosa* // Сибирский экологический журнал. 2018. № 1. С. 111–121.
4. Захаров В. М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // Экология. 2001. № 3. С. 177–191.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛОНИЙ СЕРЕБРИСТОЙ ЧАЙКИ В ХАКАСИИ

А.В. Кучеренко*

Научный руководитель А.П. Савченко
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

К одной из главных составляющих оценки состояния популяции относится изменение границ ее ареала. Примером этому может являться современное положение группировок серебристой чайки *Larus argentatus sensu lato*. В данном случае прослеживалась экспансия и дальнейшая стабилизация численности вида. Для Центральной Сибири серебристая чайка является характерным видом водно-болотных комплексов степей и лесостепей Республики Хакасия, который прилетает на сезонное размножение.

Также одним из важнейших показателей популяционной биологии серебристой чайки является ее систематическая видоизменчивость. В настоящее время видовая принадлежность группы *Larus argentatus sensu lato* остается спорным вопросом. Подробное изучение распространения этих птиц поможет сформулировать знания и определить пути миграции отдельных подвидов, а также выявить и лучше понять их взаимоотношения между собой.

Работа основана на анализе литературных данных, а также современных исследованиях. Проводились автомобильные маршрутные учеты с фиксированием всех встреч с группами серебристых чаек *Larus argentatus sensu lato* с указанием количества особей [1], а при стационарных работах на колонии проводился сплошной абсолютный учет гнездящихся пар по обнаружению гнезд [2]. Принадлежность к определенному подвиду выявлялась при детальном анализе полученных фотоматериалов. Исследования проводились в весенний и летний периоды 2016–2018 гг.

В начале XX в. серебристая чайка не гнездилась в Хакасии и на юге Красноярского края. В настоящее время протяженность современного ареала серебристой чайки на юге Центральной Сибири с севера на юг составляет 380 км, с запада на восток (в наиболее широкой части) – 560 км [3, 4].

В условиях южной части Центральной Сибири распространение чайковых птиц определяется их приуроченностью к интразональным биотопам. В своем размещении они предпочитают гнездиться на внутренних водоемах различного типа, расположенных в крупных межгорных котловинах, открытых степных и полупустынных ландшафтах [4]. В основном это острова, где гнезда устраиваются прямо на земле либо заломы тростника, образование колоний серебристых чаек связано с водным режимом водоемов.

Так, на территории ур. «Трехозерки» гнездовые поселения серебристой чайки на островах в 2016–2017 гг. располагались слабо обособленными груп-

* © Кучеренко А.В., 2019

пами в составе семи колоний на четырех островах при совместном гнездовании с озерной чайкой и черноголовым хохотуном. Общая их численность составляла 2,5 тыс. особей. В 2018 г. было отмечено сокращение числа колоний до трех. Виды гнездились более плотно, чем обычно, на двух островах, полностью вытеснив другие виды чаек. Общая численность около 1,8–2 тыс. особей. Незначительное снижение числа колоний и количество гнездящихся пар можно объяснить сокращением числа островов, что обусловлено высоким уровнем воды в озерах в 2018 г. Далее была обнаружена молодая колония серебристых чаек на втором озере системы Красненьких озер, находящихся на территории Ширинского района. Численность их составляла около 850 особей.

В вопросе систематического положения спорной группы серебристых чаек, которые гнездятся в ур. «Трёхозёрки» и на территории системы Красненьких озер, важно отметить, что по некоторым признакам (окраска кончиков маховых перьев на крыльях) есть различие по подвидовой принадлежности. Соответственно, можно сказать, что на данных водоемах могут совместно гнездиться *Larus (heuglini) barabensis* и *Larus (vegae) mongolicus*.

За анализируемый промежуток времени, несмотря на абиотические факторы, повлиявшие на гнездование исследуемых видов, территориальное размещение *Larus argentatus sensu lato* не изменилось, более того, было обнаружено дальнейшее освоение территорий для размещения колоний.

Список литературы

1. Лохман Ю. В. Экология птиц семейства чайковые (Laridae) в Западном Предкавказье : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ставрополь. 2006.
2. Савченко П. А., Кучеренко А. В. Об экспансии серебристой чайки на юге Центральной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2016. № 8. С. 86–90.
3. Савченко А. П., Емельянов В. И. Важнейшие водно-болотные угодья Тувы и Хакасии // Ресурсы животного мира Сибири. Охотничье-промысловые звери и птицы : сб. науч. тр. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1990. С. 69–71.
4. Отчет по НИР // Изучение перелетов, территориального распределения и численности водно-болотных птиц юга Средней Сибири / под ред. А. П. Савченко. Красноярск : Краснояр. гос. ун-т. 1986. 138 с.

ОЦЕНКА ОСТРОЙ И ХРОНИЧЕСКОЙ ТОКСИЧНОСТИ КАДМИЯ ПО РЕАКЦИИ РАКООБРАЗНЫХ *DAPHNIA MAGNA*

У.А. Линейцева *

Научный руководитель Т.Л. Шашкова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Одной из самых распространенных проблем современной экологии является загрязнение вод. С каждым днем антропогенная нагрузка на водные объекты возрастает. Различные загрязняющие вещества попадают в водные объекты с некачественно очищенными сточными водами, с поверхностным стоком населенных пунктов, также нередки случаи загрязнения водным транспортом. Одними из самых опасных ксенобиотиков являются тяжелые металлы. Токсическое свойство тяжелых металлов заключается в том, что они способны существовать вечно, в природе нет механизмов для их разрушения. Тяжелые металлы способны при попадании в окружающую среду включаться в трофические цепи и по правилам экологического усиления накапливаться в десятикратном объеме в последующих звеньях [1]. К источникам поступления тяжелых металлов относят: автомобильный транспорт, предприятия черной и цветной металлургии, промышленные стоки. Наряду с химическими методами определения уровня загрязнения вод используют биотестирование – процедуру установления токсичности среды с помощью тест организмов. Одним из тест-организмов, способных дать интегральную оценку степени токсичности водной среды, является *Daphnia magna*.

Дафнии – представители второго трофического звена, которые к тому же являются основными фильтраторами наших водоемов. Они способны усваивать тяжелые металлы как в растворенном, так и связанном состояниях [2]. В связи с этим дафнии – это обязательный тест-организм, который входит в схему установления ПДК загрязняющих веществ и сточных вод России. Данный метод применяется не только для определения токсичности отдельных химических соединений, но также и для оценки состояния природных вод. При проведении острого теста на дафниях используют такие тест-функции, как смертность, а при проведении теста на хроническое воздействие ксенобиотика производится оценка изменения плодовитости. Хронический метод способен дать более полную оценку о степени токсичности среды, однако острые опыты позволяют уменьшить затраты для определения степени токсичности и получить в максимально короткие сроки информацию о качестве тестируемой воды [1]. При этом одной из более быстрых тест-реакций низших ракообразных на наличие загрязнения является изменение скорости питания. Преимущества использования такого подхода связаны с его высокой оперативностью и чувствительностью к загрязняющим веществам.

* © Линейцева У.А., 2019

Применение трофической активности рачков как одного из чувствительных показателей токсичности является актуальным, так как небольшие концентрации отравляющих веществ не вызывают гибель тест-организма, но с течением времени накапливаются в организме и передаются далее по трофической цепи, увеличиваясь в десятикратном объеме на каждом последующем уровне. Тем самым происходит отравление и нарушение целой экосистемы, поэтому возникает необходимость в исследовании воздействия тяжелых металлов на различные тест-реакции данного организма [3].

Целью данной работы являлось исследование токсического действия кадмия на различные жизненные функции *Daphnia magna*.

Токсическое действие ионов тяжелого металла в данной работе оценивалось с помощью таких тест-реакций, как смертность, трофическая активность и плодовитость. В качестве ксенобиотика использовался тяжелый металл кадмий. Данный токсикант вносился в виде раствора соли сульфата кадмия в различных концентрациях в пробы с дафниями. В качестве контроля использовалась культивационная вода (отстоянная водопроводная вода). Показатель трофической активности регистрировался в течение 24 ч, показатель выживаемости – через 48 ч [5], плодовитость оценивалась ежедневно в течение 21 суток [4]. Все эксперименты проводились в климатостате с соблюдением оптимальных для жизнедеятельности дафний температуры и освещенности, а экспонирование проб осуществлялось в приборе УЭР-03, который за счет вращения кассеты с пробирками обеспечивает одинаковые условия для всех вариантов опыта и создает активный газообмен с воздушной средой [3, 5].

При определении чувствительности дафний к ионам кадмия в остром опыте было показано, что с повышением концентрации от 0,006 до 0,1 мг/л смертность рачков возрастает (рис. 1). Концентрация Cd, при которой погибает 50 % тест-организмов в течение 48 ч тестирования, составила $0,032 \pm 0,002$ мг/л.

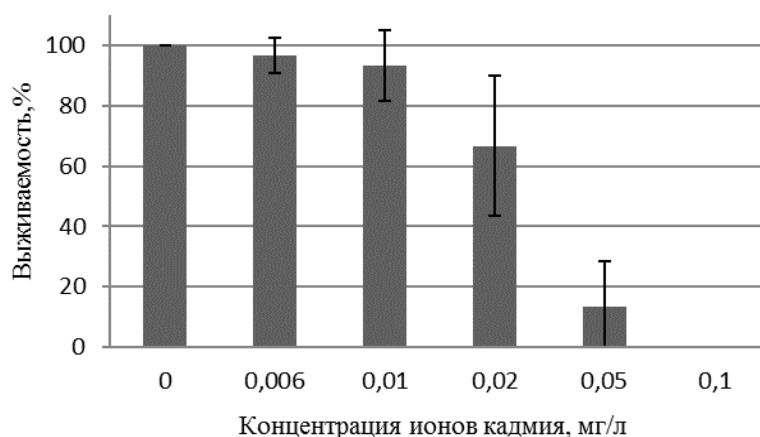


Рис. 1. Выживаемость дафний в присутствии ионов кадмия

При определении чувствительности трофической активности дафний к ионам кадмия было установлено, что чем выше концентрация ионов кадмия, тем больше остаточное содержание водоросли в пробе, то есть трофическая активность дафний меньше. При этом можно отметить, что с увеличением времени экспонирования угнетение скорости питания тест-организма становится более выраженным (рис. 2). Так, через 6–15 ч экспонирования достоверное отличие от контроля фиксировалось в концентрациях 0,01 мг/л Cd и выше, а через 18 ч экспозиции наблюдалось во всех исследуемых концентрациях.

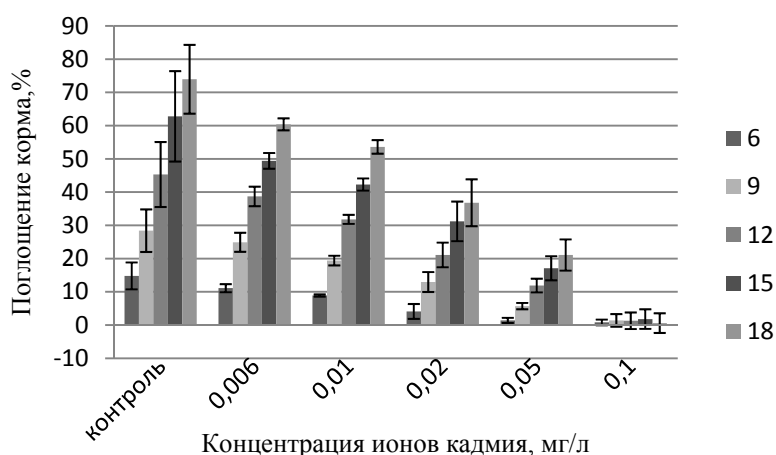


Рис. 2. Трофическая активность дафний в присутствии ионов кадмия

Результаты эксперимента по определению хронического токсического действия показали, что малые концентрации тяжелого металла (0,0003–0,001 мг/л), не вызывающие гибели рачков, стимулируют их плодовитость (таблица). Стимуляция плодовитости также может являться ответной реакцией тест-организма на неблагоприятные условия среды. Однако, ввиду существенных индивидуальных различий между разными самками, участвующими в опыте, зафиксированное увеличение плодовитости нельзя считать достоверным. В то же время при концентрациях 0,002 и 0,005 мг/л Cd отмечалась смертность дафний и значительное снижение плодовитости.

Таблица

Плодовитость дафний в зависимости от концентрации ионов кадмия

Концентрация ионов кадмия, мг/л	Контроль	0,0003	0,0006	0,001	0,002	0,005
Плодовитость, шт	99±10	103±17	102±14	115±15	57±29	6±7

Таким образом, в результате произведенного анализа воздействия ионов кадмия на тест-организм *Daphnia magna*, установлено, что три исследованные тест-функции не уступают в обеспечении информацией о загрязнении среды в сравнении с другими методиками. При оценке хронического токсического действия кадмия эффективная концентрация значительно ниже, чем при остром

воздействии, но в то же время чувствительность показателя сублетального воздействия (подавления трофической активности) приближается к таковой при хроническом, что может быть использовано для оперативной оценки возможной хронической токсичности.

Список литературы

1. Мелехова О. П., Егорова Е. И., Евгеньева Т. И. [и др.] Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М. : Академия, 2007. 288 с.
2. Бубнов А. Г. [и др.] Проблема биодоступности тяжелых металлов в экологическом мониторинге природных вод. Иваново, 2007. 113 с.
3. Шашкова Т. Л. Выживаемость и трофическая активность *Daphnia magna* Straus : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Шашкова Татьяна Леонидовна. Красноярск, 2011. 18 с.
4. Жмур Н. С. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР.1.39.2007.03222. М. : АКВАРОС, 2007. 48 с.
5. Григорьев Ю. С., Шашкова Т. Л. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов, питьевой, сточной и природной воды по смертности тест-объекта *Daphnia magna* Straus. ПНД Ф 14.1:2:4.12-06 16.1:2.3.3.9-06. М., 2014. 52 с.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНОВ Cu^{2+} и Cd^{2+} НА РОСТ
И ЗАМЕДЛЕННУЮ ФЛУОРЕСЦЕНЦИЮ ВОДОРΟΣЛИ
*DUNALIELLA TERTIOLECTA***

А.В. Михайлова*

Научный руководитель Е.С. Стравинскене
кандидат биологических наук

Сибирский федеральный университет

В последние годы в России происходит активное развитие различных биологических методов тестирования минерализованных водных проб. Так, в 2014 г. введен межгосударственный стандарт, касающийся биотестирования качества морских и сточных вод на одноклеточных водорослях [1]. Согласно данному документу биотестирование проводится в течение 72 и 96 ч, при этом колбы с образцами встряхивают вручную 1-2 раза в сутки (либо непрерывно взбалтывают) для перемешивания. Контроль численности клеток проводится методом прямого счета в камере Горяева либо с использованием метода флуориметрии. Выполнение такого биотестирования является достаточно длительной и трудоемкой процедурой. Вместе с тем проведение биотестирования на высокопродуктивной морской водоросли *Dunaliella tertiolecta* с использованием созданных в СФУ оборудования и методологии могло бы позволить максимально автоматизировать процесс, а также существенно сократить время анализа проб [2]. При этом важной задачей является определение чувствительности данного тест-объекта к модельным токсикантам в условиях оперативного биотестирования.

Целью настоящей работы являлась оценка воздействия ионов меди и кадмия на рост и фотосинтетическую активность тест-культуры водоросли *Dunaliella tertiolecta*.

Культура водоросли *D. tertiolecta* выращивалась на среде Гольдберга, приготовленной на основе искусственной морской воды с минерализацией 2 %. Маточная культура поддерживалась в колбах при переменном освещении (в режиме 12 ч ночь и 12 ч день) и температуре 20–25 °С в климатостате Р2; пересев в свежую среду производился один раз в неделю. Перед биотестированием профильтрованная культура водоросли разбавлялась 2%-ной средой Гольдберга до оптической плотности 0,005 (для биотеста на основе прироста тест-культуры) или 2%-ным раствором NaCl до оптической плотности 0,030 (для более краткосрочного биотеста на основе замедленной флуоресценции (ЗФ) водоросли). Оптическая плотность суспензии водоросли измерялась на приборе ИПС-03.

Подготовленная для биотестирования суспензия водоросли вносилась в объеме 4 мл (для биотеста на основе ЗФ водоросли) или 6 мл (для биотеста на основе прироста тест-культуры) в пенициллиновые флаконы в трех по-

* © Михайлова А.В., 2019

вторностях. Модельные токсиканты вносились в форме растворов сульфата меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) и сульфата кадмия ($3\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$). Концентрации ТМ в тестируемых образцах составляли 0,08–5,12 мг/л и 0,05–320 мг/л ионов меди и кадмия соответственно. Флаконы закрывались чистыми, прокипяченными полиэтиленовыми пробками с отверстиями и помещались в культиватор КВМ-05.

Воздействие ионов Cu^{2+} и Cd^{2+} оценивалось на двух тест-функциях: приросте культуры водоросли *D. tertiolecta* и ее фотосинтетической активности. Оценка токсичности ТМ по отношению к росту тест-культуры производилось после 48 ч культивирования в приборе КВМ-05, позволяющем поддерживать необходимые условия по облучению белым светом (40 Вт/м^2 ФАР), температуре ($20\text{--}25 \text{ }^\circ\text{C}$) и газообмену при одновременном выращивании 24 образцов. Прирост клеток водоросли определялся посредством измерения её оптической плотности. Воздействие ТМ на фотосинтетическую активность водоросли *D. tertiolecta* оценивалось по изменению интенсивности замедленной флуоресценции тест-культуры сразу после внесения токсикантов, а также после предварительной 60-минутной световой экспозиции в КВМ-05.

После получения результатов эксперимента проводилась их статистическая обработка в Microsoft Excel. По значениям трех повторностей каждой из тестируемых проб рассчитывались среднее значение и стандартное отклонение.

На рис. 1 представлены результаты экспериментов по оценке воздействия ионов меди и кадмия на прирост тест-культуры *D. tertiolecta*. Полученные данные показали, что снижение прироста водоросли на 50 % наблюдалось в диапазонах концентраций 0,64–1,28 мг/л Cu^{2+} (рис. 1, а) и 1,6–3,2 мг/л Cd^{2+} (рис. 1, б).

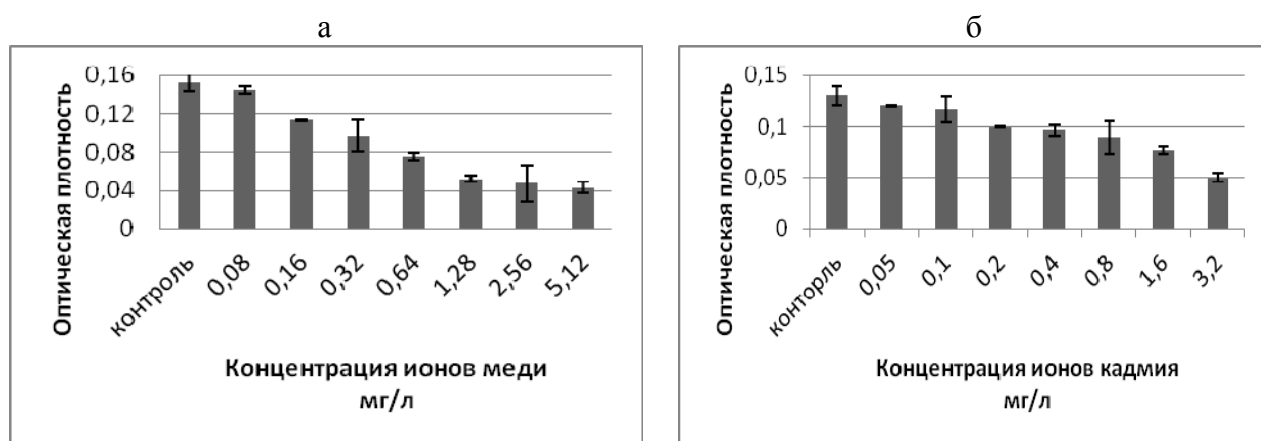


Рис. 1. Прирост культуры водоросли *Dunaliella tertiolecta* в контрольных вариантах и при внесении ионов меди (а) и кадмия (б)

Данные по воздействию ионов ТМ на интенсивность замедленной флуоресценции представлены на рис. 2 и 3. Из рис. 2 видно, что при регистрации ЗФ культуры водоросли *D. tertiolecta* без предварительной экспозиции снижение тест-функции на 50 % наблюдалось при воздействии ионов меди в диапазоне

концентраций от 1,28 до 2,56 мг/л (рис. 2, а) и ионов кадмия в концентрациях от 320 мг/л (рис. 2, б). Таким образом, диапазоны эффективных концентраций ионов ТМ, вызывающих 50%-ное ингибирование прироста и ЗФ тест-культуры, близки по своим значениям в случае воздействия Cu^{2+} и значительно различаются при воздействии Cd^{2+} .

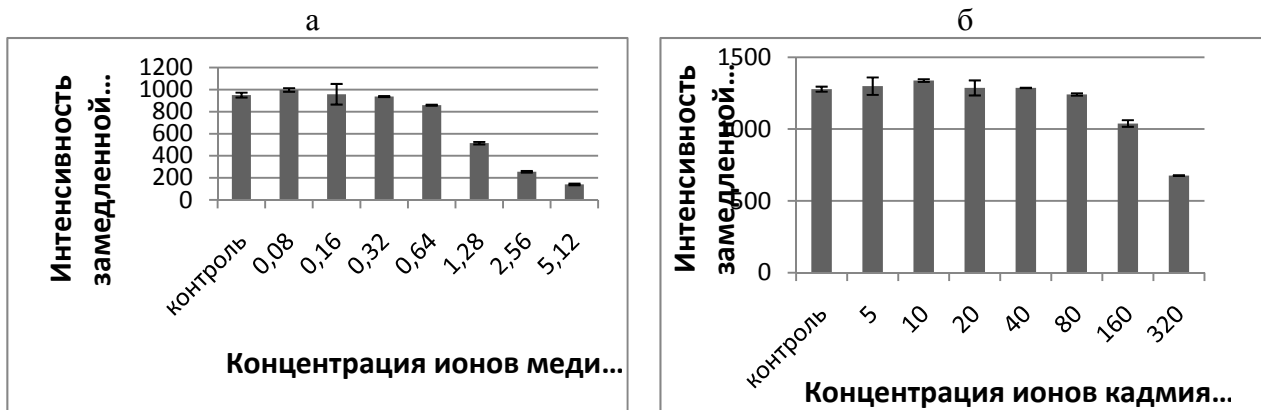


Рис. 2. Интенсивность замедленной флуоресценции культуры водоросли *Dunaliella tertiolecta* в контрольных вариантах и при внесении ионов меди (а) и кадмия (б) при регистрации без предварительной экспозиции

Исходя из данных, представленных на рис. 1, б и 2, б, токсическое воздействие ионов кадмия проявляется на ростовых характеристиках тест-культуры в значительно меньших концентрациях, чем на ЗФ. Вместе с тем, согласно проведенным ранее исследованиям на пресноводной водоросли *Chlorella vulgaris* [3], повысить чувствительность ЗФ тест-объекта к ТМ, не оказывающим прямого воздействия на фотосинтетический аппарат, можно с помощью предварительной экспозиции в КВМ-05. Данный подход был реализован для оценки воздействия ионов тяжелых металлов на ЗФ морской водоросли *D. tertiolecta*; при этом перед регистрацией замедленной флуоресценции проводилась световая экспозиция образцов в течение 60 минут в культиваторе КВМ-05. Результаты (рис. 3) свидетельствуют о том, что после одночасового культивирования в КВМ-05 эффективные концентрации ионов меди и кадмия были ниже, чем при регистрации ЗФ без предварительной экспозиции и наблюдались в диапазонах 0,64–1,28 мг/л и 80–160 мг/л для Cu^{2+} Cd^{2+} соответственно.

Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что предварительная экспозиция в КВМ-05 позволяет увеличить чувствительность ЗФ тест-культуры водоросли *Dunaliella tertiolecta* к ионам кадмия, и в меньшей степени к ионам меди. Ингибирующие концентрации ионов меди отличаются незначительно либо не отличаются при оценке воздействия их на тест-функции роста и замедленной флуоресценции культуры *D. tertiolecta*. Вместе с тем воздействие ионов кадмия на прирост тест-культуры проявляется в значительно меньших концентрациях, чем на замедленную флуоресценцию.

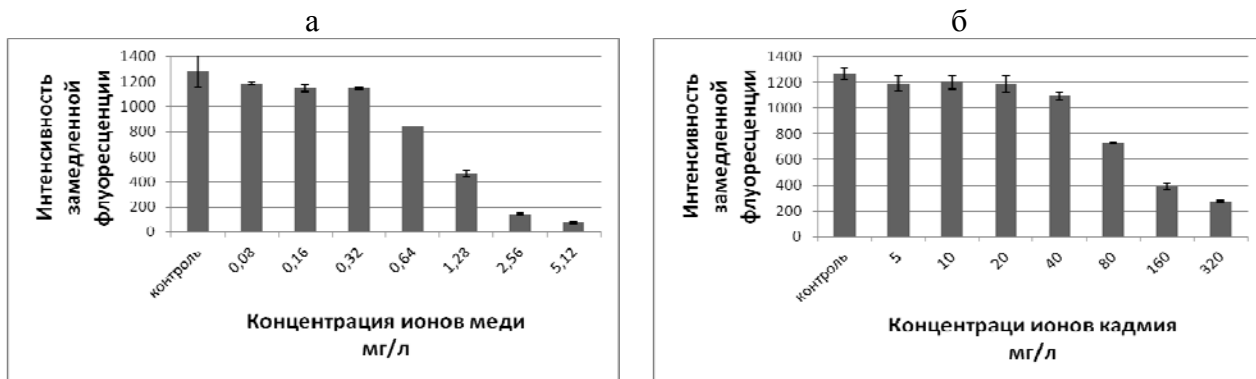


Рис. 3. Интенсивность замедленной флуоресценции культуры водоросли *Dunaliella tertiolecta* в контрольных вариантах и при внесении ионов меди (а) и кадмия (б) при регистрации после 60-минутной экспозиции в КВМ-05.

Список литературы

1. ГОСТ 31960–2012 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve.
2. Стравинскене Е. С., Григорьев Ю. С., Тарасова А. Н. Оперативный метод биотестирования морских вод на водоросли *Dunaliella tertiolecta* // Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод : материалы научной конференции с международным участием / Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды ; Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт». 2015. С. 121–125.
3. Стравинскене Е. С. Проблема биодоступности тяжелых металлов в экологическом мониторинге природных вод : дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2012. 119 с.

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ МЕДИ НА ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛОДЕИ КАНАДСКОЙ

Н.В. Моргачёв*

Научный руководитель Г.А. Сорокина
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В современных условиях сильного антропогенного воздействия на окружающую среду в сточные воды выбрасывается большое количество отходов, содержащих различные соединения тяжелых металлов (ТМ), которые являются токсичными. Многие тяжелые металлы являются необходимыми для живых организмов микроэлементами, но в большом количестве они являются токсичными.

В техногенных поверхностных образованиях Красноярской агломерации содержание валовых форм ТМ 1 класса опасности (Pb, Cd, Zn) не превышает уровень ПДК. Концентрация валовых форм ТМ 2 класса опасности (Cu, Co, Ni) находится в пределах нормы. Участок р. Енисей, расположенный ниже г. Красноярска, характеризуется повышенным содержанием тяжёлых металлов Fe, Cu, Mn, Ni, Cr. Содержание ТМ и загрязняющих веществ в р. Енисей не превышает установленных нормативов, за исключением Al [1].

Концентрации Fe, Cu, Mn, Ni, Cr, Na, в воде р. Енисей ниже г. Красноярска достоверно превышают по парному критерию Вилкоксона таковые на условно фоновом участке, расположенном выше города [2].

Данная проблема актуальна, так как загрязнения рек сточными водами и, соответственно, тяжелыми металлами, которые пагубно влияют на жизнеспособность организмов водной среды обитания, могут попасть в организм человека и привести к негативным последствиям.

Информацию о воздействии загрязнений на живые организмы можно получить с использованием биомониторинга. Биомониторинг – система наблюдений, оценки и прогноза различных изменений в биоте, вызванных факторами антропогенного воздействия [3].

Целью исследований является оценка влияния ионов меди на термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ) элодеи канадской (*Elodea canadensis*).

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- регистрация динамики кривых термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции элодеи канадской при воздействии разных концентраций ионов меди;
- расчет флуоресцентных показателей на основе полученных кривых ТИНУФ;
- сравнительный анализ полученных данных.

* © Моргачёв Н.В., 2019

Работа проводилась на кафедре экологии и природопользования Института экологии и географии Сибирского федерального университета.

Экологический ареал *Elodea canadensis* включает воды, имеющие минерализацию 0,3–0,7 г/дм³, общую жесткость 1,7–5,7 мг-экв/дм³, рН 7,2–8,5 [4].

Для изучения устойчивости элодеи канадской к действию ионов тяжелых металлов на примере меди в стаканы объемом 500 мл наливали 20 % среду Штейнберга с растворенными в ней солями тестируемых металлов, доведенных до концентрации 10, 20, 40 ПДК каждый (ПДК меди – 0,001 мг/л для рыбохозяйственных водоемов). В качестве контроля использовали 20 % среду Штейнберга. В ходе эксперимента измеряли прирост образцов элодеи и термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции.

Структура и активность фотосинтетического аппарата занимает важное место в функционировании растений, определении их продуктивности, способности адаптироваться и противостоять внешнему воздействию. При помощи электрофореза фрагментов тилакоидов удается выделить хлорофилл-белковые комплексы (ХБК) фотосистемы 1 (ХБК-1), фотосистемы 2 (ХБК-2) и светособирающий хлорофилл а/б белковой комплекс (СХБК). Относительно мелкая фракция – хлорофилл-белковый комплекс фотосистемы 1 (ФС-1) – включает соответствующий реакционный центр и матрицу пигментов сборщиков. Средняя фракция – комплекс фотосистемы 2 (ФС-2) – включает реакционный центр ФС-2 и матрицу собственных пигментов сборщиков.

Способность растений противостоять действию высоких температур во многом определяется устойчивостью их фотосинтетического аппарата. Это показано методом регистрации термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ).

Интенсивность флуоресценции при температуре 45–50 °С (низкотемпературный пик) определяется действием нагревания на структуру и функции компонентов ФС-2.

В фазу подъема происходит нарушение функциональной связи антенного комплекса ХБК-2 и его открытым реакционным центром (РЦ) [5].

В фазу спада наблюдается функционально разделение светособирающего хлорофилл-белкового комплекса фотосистемы 2, а также снижение передачи энергии от хлорофилла *б* к хлорофиллу *а*. Для оценки этого явления можно использовать относительную величину низкотемпературного максимума:

$$R1 = \Phi_{\text{Л}_{\text{нт}}} - \Phi_{\text{Л}_{25}} / \Phi_{\text{Л}_{\text{нт}}}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{Л}_{\text{нт}}}$ – интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме; $\Phi_{\text{Л}_{25}}$ – интенсивность флуоресценции при 25 °С.

Относительная величина низкотемпературного максимума является показателем эффективности захвата энергии возбуждения в РЦ фотосистемы 2.

При нагревании температуры до 50–55 °С появляется высокотемпературный максимум. Соотношение низко- и высокотемпературного максимумов (R2) определяют по формуле

$$R2 = \Phi_{\text{ЛНТ}} / \Phi_{\text{ЛВТ}}, \quad (2)$$

где $\Phi_{\text{ЛВТ}}$ – интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме.

В ходе исследований проводилось изучение влияния солей меди в концентрации 10, 20 и 40 ПДК на термоиндуцированные изменения нулевого уровня флуоресценции и прирост элодеи канадской. На рисунке представлены данные по влиянию изучаемых концентраций ионов меди на величину прироста биомассы. При внесении различных концентраций ионов меди в раствор можно отметить увеличение прироста относительно контроля при всех изученных концентрациях. При этом даже концентрация, соответствующая 40 ПДК, не вызывает снижения прироста биомассы элодеи канадской (регистрируемый прирост составил от 0,1–0,15 до 0,3–0,5 г в ходе эксперимента), что свидетельствует о ее высокой устойчивости к ионам меди в растворе.

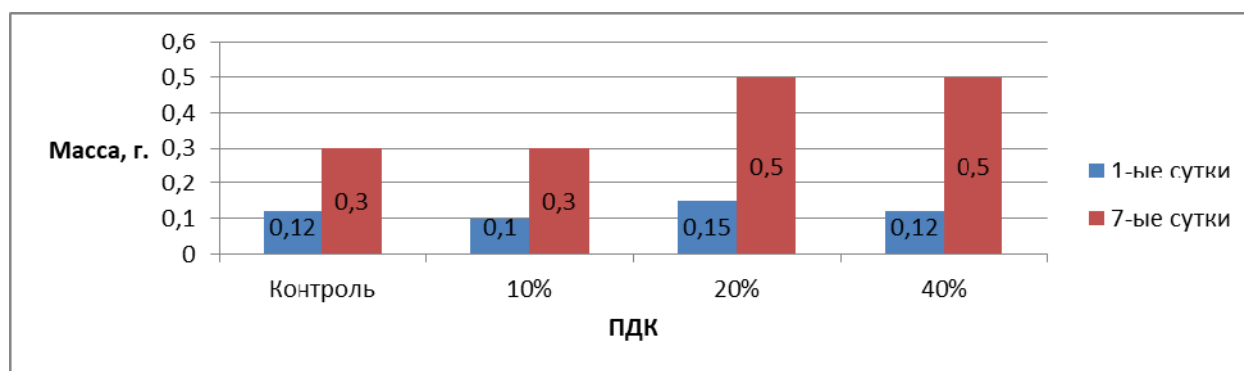


Рис. Зависимость прироста биомассы элодеи канадской от концентрации ионов меди в растворе

Результаты анализа кривых ТИНУФ приведены в таблице. Полученные данные показывают, что внесение ионов меди в концентрации 10 ПДК вызывает уменьшение величины низкотемпературного максимума (R1), связанного с активностью хлорофилл-белкового комплекса ФС 2.

Таблица

Показатели R1 и R2

Коэффициент	ПДК			
	Контроль	10 %	20 %	40 %
R1	0,19	0,13	0,25	0,28
R2	1,05	1,04	1,10	1,04

При дальнейшем увеличении концентрации меди наблюдается рост данного показателя: при 40 ПДК его величина составляет 0,28 (0,19 в контроле), что можно рассматривать как стимулирующее действие ионов меди на активность ФС2. На величину отношения низко- и высокотемпературного максимума

мов ходе эксперимента (R2), отражающего соотношение хлорофилл-белковых комплексов ФС1 и ФС2, выраженного влияния увеличения концентрации ионов меди не выявлено.

В ходе эксперимента было выявлено, что ионы меди не снижают уровень прироста, растение остается жизнеспособным при всех концентрациях, к тому же увеличение концентрации меди при 40 ПДК вызывает стимулирующее действие ионов меди на активность ФС2.

Список литературы

1. Коротченко И. С., Мучкина Е. Я. Тяжелые металлы в поверхностных образованиях Красноярской агломерации // Современные проблемы науки и образования, 2016. № 4. С. 2.

2. Анищенко О. В., Гладышев М. И., Кравчук Е. С. [и др.] Оценка антропогенного загрязнения р. Енисей по содержанию металлов в основных компонентах экосистемы на участках, расположенных выше и ниже г. Красноярска. 2005. 92 с.

3. Шанзарова А. С., Ахматова А. Т. Биомониторинг состояния окружающей среды // Вестн. КРСУ. 2015. № 1. С. 162.

4. Дексбах Н. К. Экология среднеуральской и западноуральской элодеи (*Elodea canadensis* Rich.) и элодейные водоемы // Доклады АН СССР. 1947. Т. 55, № 4. С. 359–362.

5. Сорокина Г. А., Задереев Е. С., Пахарькова Н. В. [и др.] Современные подходы к биоконтролю состояния окружающей среды. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. С. 14–26.

СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДВУХ ФИТОТЕСТОВ ТОКСИЧНОСТИ ВОДНЫХ СРЕД

М.Д. Перлановская*

Научный руководитель Ю.С. Григорьев
кандидат биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Одной из острых современных экологических проблем является техногенное загрязнение почв, которое в настоящее время представляет серьезную опасность для природных и антропогенных экосистем. В связи с этим совершенствование системы мониторинга загрязнения почвы токсическими веществами является одним из приоритетных направлений исследований в области экологии.

Тяжелые металлы являются одними из достаточно распространенных загрязнителей объектов окружающей среды. Эти токсиканты, распространяемые с промышленными выбросами воздушным путем, рассеиваются на большое расстояние вокруг предприятий металлургической промышленности, тепловых станций, сжигающих уголь и других предприятий, оседают на ближайших сельскохозяйственных угодьях.

Установить степень опасности загрязнителей почвы на растения можно с помощью фитотестов. В настоящее время одним из широко применяемых таких тестов является методика биотестирования по проращиванию семян в чашках Петри [2]. В России данная методика рекомендована МР 2.1.7.2297–07 для обоснования класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности [1]. Согласно этой методике в чашки Петри укладываются по 25 семян овса, которые смачиваются 5 мл контрольной или тестируемой пробы воды. Таким образом, сравнительно большая масса тест-организма подвергается воздействию малым объемом тестируемой воды. В таких условиях токсический эффект может проявиться только при достаточно высоком содержании токсиканта в пробе.

На кафедре экологии и природопользования Сибирского федерального университета была разработана новая методика и оборудование для фитотестирования. Фитотест по данной методике выполняется при существенно большем соотношении пробы воды и тест-объекта, что создает условия для усиления воздействия на него раствора токсиканта. В связи с этим целью данной работы явилось сравнение чувствительности этих методов фитотестирования с использованием овса обыкновенного *Avena sativa* в качестве тест-объекта. Оценка степени воздействия на длину корней проводилась на растворах сульфата меди.

* © Перлановская М.Д., 2019

Метод биотестирования по проращиванию семян в чашках Петри

Методом последовательных разбавлений готовили серию растворов медного купороса с концентрациями: 100, 33, 11, 3,7, 1,2 мг/л (из расчета на ион металла). В чашки на диски из фильтровальной бумаги раскладывались 25 сухих здоровых семян овса, которые в опытных вариантах смачивались 5 мл раствора каждой концентрации. В контрольной чашке семена смачивались 5 мл дистиллированной воды. Сверху семена прикрывались вторым диском фильтровальной бумаги и закрывались крышкой. Все образцы помещались в термостат на 5 суток при температуре 23 °С. После окончания времени экспозиции производился замер корней проросших семян. Эксперимент проведен в четырехкратной повторности. На рис. 1 представлен результат проведения эксперимента в чашках Петри.

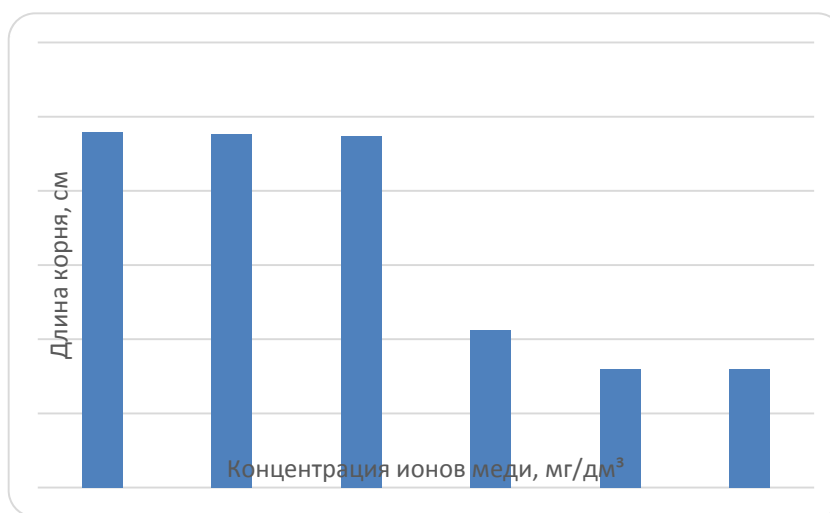


Рис. 1. Длина корней проросших семян овса в чашках Петри при различных концентрациях ионов меди (в мг/дм³)

Метод биотестирования по проращиванию семян в аэропной установке

В стеклянные стаканы объемом 400 мл вносилось по 110 мл раствора медного купороса различной концентрации: 0,8, 0,4, 0,2, 0,1, 0,05 мг/дм³ (из расчета на ион меди). В каждый из 6 стаканов помещалась конструкция с 16 сухими здоровыми семенами овса, зафиксированными в специальных трубках.

Стаканы устанавливались в аэропную установку, кассета которой вращалась со скоростью 17 оборотов/мин. При каждом ее обороте семена на короткое время погружались в тестируемый раствор и одновременно при выходе из него имели хороший контакт с воздушной средой. Установка размещалась в термостате при 25 °С на 5 суток, после которых производился замер длины корней проросших семян. Повторность эксперимента была 4-кратной.

На рис. 2 представлен результат проведения биотестирования в аэропной установке.



Рис. 2. Длина корней проросших семян овса в аэропонной установке при различных концентрациях ионов меди (в мг/дм³)

Полученные результаты показывают, что действие ионов меди на проростки семян овса проявляется в уменьшении длины корней. При этом в условиях аэропонной установки это происходит на порядок меньших концентрациях (EC50 0,19 мг/дм³), чем в чашках Петри (EC50 10 мг/дм³).

Таким образом, по сравнению с фитотестом, выполняемым в чашках Петри, разработанная в СФУ технология фитотестирования является более чувствительным инструментом для определения токсичности водных сред.

Список литературы

1. Русаков Н. В., Крятов И. А., Пиртахия Н. В. [и др.] Методические рекомендации для обоснования класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. МР 2.1.7.2297–07.
2. Meng Wang, Li Chen, Shibao Chen, Yibing Ma (2012, November) Alleviation of cadmium-induced root growth inhibition in crop seedlings by nanoparticles, Article 0001a. Retrieved November 30, 2012. URL: <http://www.researchgate.net/publication/51904645>.

СРАВНЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ИОНОВ КАДМИЯ НА РЯСКУ МАЛУЮ В ВОДНОЙ ВЫТЯЖКЕ ИХ ПОЧВЫ И В ПОЧВЕННОЙ СУСПЕНЗИИ

А.Ю. Подольская*

Научный руководитель Ю.С. Григорьев
кандидат биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

При биотестировании токсичности мутных сред, таких как сточные воды, водные вытяжки из почв и отходов, применение в качестве тест-объектов одноклеточных организмов и низших ракообразных встречает значительные трудности в процедуре подсчета этих малых по размерам тест-организмов. Также использование данных тест-организмов в почвенных вытяжках не позволяет извлечь все токсические вещества из почвы, поскольку почва их адсорбирует. В связи с этим необходим организм, осуществляющий непосредственный контакт с почвой, что позволяет определять присутствие металлов в почве.

В качестве решения данной проблемы может использоваться тест-организм ряска малая. Данный тест-объект – *Lemna minor L.*, удобен при оценке токсичности мутных и окрашенных сред, благодаря способности ряски плавать на поверхности воды [1]. В свою очередь, корень ряски находится в непосредственном контакте с почвой, что обеспечивает наиболее полное установление содержания загрязняющих веществ в почве. Перед воздействием токсикантов корни ряски удаляются, однако через двое суток они отрастают вновь с выраженной чувствительностью к загрязняющему веществу, что позволяет провести оценку токсического действия [2, 3].

Традиционно токсичность почвы устанавливается путем биотестирования водной вытяжки из нее [4, 5]. Однако этот метод не позволяет извлечь все токсические веществ, поскольку большая часть их связана самой почвой. Увеличить извлекаемость загрязнителей, вероятно, можно удлинив время этой процедуры.

С другой стороны, повысить биодоступность токсикантов можно, обеспечив прямой контакт тест-организма с почвенной суспензией. Такая возможность появляется при использовании в качестве тест-объекта ряски малой.

В связи с этим целью данной работы явилось сравнение действия сульфата кадмия на ряску малую в почвенной суспензии и почвенной вытяжке при предварительной экспозиции почвенных растворов в течение 4 и 18 ч.

В качестве питательной среды использовали среду Штейнберга. Смену раствора для культивирования ряски производили два раза в неделю. Для эксперимента из культуры ряски малой отбирали трехлистецовые, зеленые, неповрежденные розетки с предварительно удаленными корнями. В качестве рабочих растворов использовали почвенную вытяжку и почвенную суспензию в со-

* © Подольская А.Ю., 2019

отношении почва вода 1:10 [4]. В качестве водного раствора использовали 2%-ную питательную среду.

Эксперимент делился на две части: предварительную и основную.

В предварительной части суспензию почвы помещали во флаконы 50 мл и в течение 18 и 4 ч перемешивали в УЭР-03, затем половину почвенных растворов центрифугировали для получения вытяжки из почвы. После 18- и 4-часового экспонирования растворы фильтровали через сито для отделения оставшихся инородных компонентов.

В основной части полученную почвенную вытяжку и суспензию помещали во флаконы на 48 ч вместе с ряской. Каждую пробу выполняли в трех повторностях, включая пробы с контрольными растворами.

Было обнаружено (рис. 1), что в водных растворах без токсиканта происходил активный рост корней ряски. С увеличением концентрации ионов кадмия в растворе наблюдалось уменьшение длины отрастающих корней по сравнению с контролем. При этом концентрация ионов кадмия, оказывающая 50 % ингибирующее действие на рост новых корней ряски (EC_{50}), составила $< 0,06$ мг/л. При концентрации 0,6 мг/л отрастание корней полностью отсутствовало.

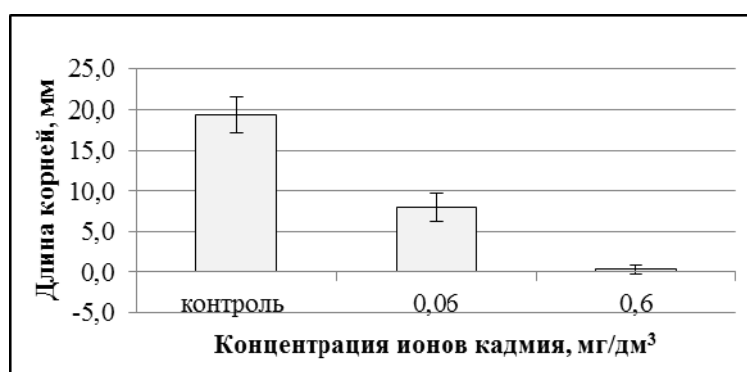
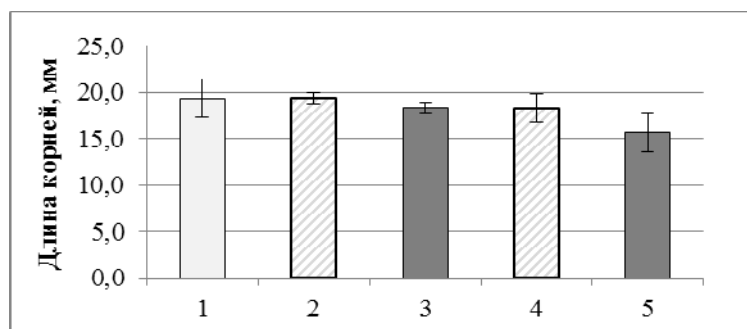


Рис. 1. Длина отрастающих корней ряски малой в контрольной среде и в водных растворах ионов кадмия

При предварительной экспозиции в течение 4 ч в почвенных вытяжках и суспензиях без металла наблюдался также активный рост корней ряски. Отклонение прироста в вытяжках и почвенных суспензиях не превышало нескольких процентов от контроля в водном растворе. При предварительной 18-часовой экспозиции почвенная суспензия оказывала большее снижение длины корней ряски (рис. 2).

В коротких 4-часовых экспозициях подавляющее действие ионов кадмия на рост корней ряски было выше в суспензии, чем в вытяжке из почвы (рис. 3). Величина, оказывающая 50 % ингибирующее действие на рост новых корней ряски (EC_{50}), в вытяжке составила 3,6 мг/л, в суспензии – 1,1 мг/л.

Действие ионов кадмия на рост корней ряски при более длительном экспонировании (18 ч) в почвенной суспензии по сравнению с вытяжкой еще более усилилось (рис. 4). Величина, оказывающая 50 % ингибирующее действие на рост новых корней ряски (EC_{50}), в вытяжке – 2,7 мг/л, в суспензии $< 0,6$ мг/л.



1 – контроль на воде, 2 – вытяжка 4-часовая, 3 – суспензия 4-часовая, 4 – вытяжка 18-часовая, 5 – суспензия 18-часовая

Рис. 2. Длина отрастающих корней ряски малой в контрольных средах

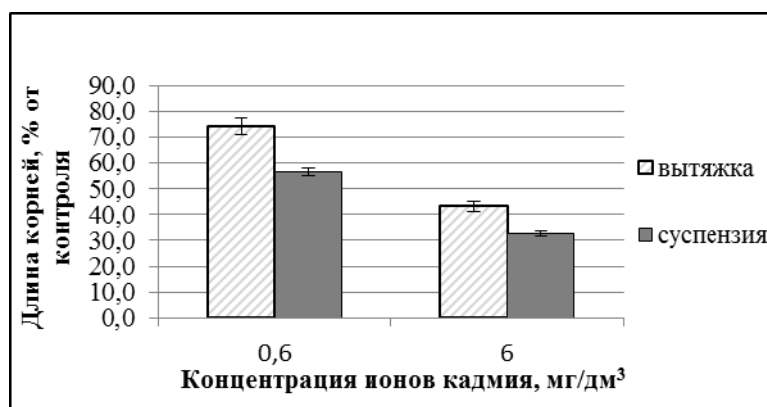


Рис. 3. Длина отрастающих корней ряски малой в процентах от контроля в 4-часовой водной вытяжке их почвы, обработанной ионами кадмия, и почвенной суспензии

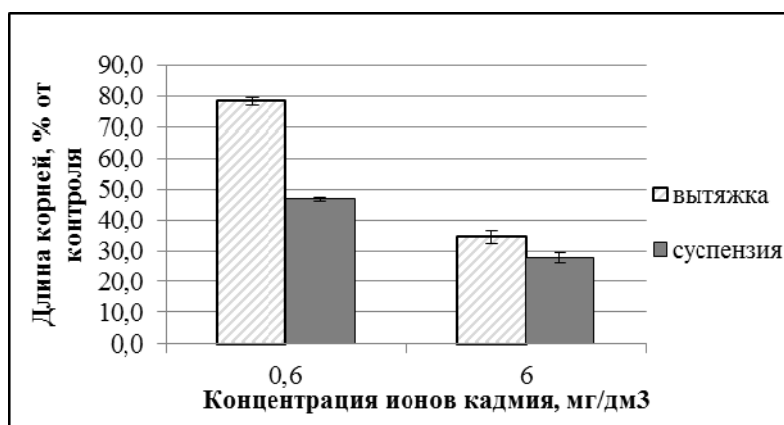


Рис. 4. Длина отрастающих корней ряски малой в процентах от контроля в 18-часовой водной вытяжке их почвы, обработанной ионами кадмия, и почвенной суспензии

Таким образом, длительность процедуры получения вытяжки слабо сказывается на степени извлечения тяжелого металла и проявления его токсического действия в ней. Токсичность почвенной суспензии выше вытяжке из почвы как при короткой, так и длительной процедуре ее получения. Вероятно, в

этих условиях происходит большая извлекаемость тяжелого металла корнями ряски.

Список литературы

1. Золотухина Е. Ю., Гавриленко Е. Е. Тяжелые металлы в водных растениях. Аккумуляция и токсичность // Биологические науки. 1989. № 9. С. 93–106.
2. Park A., Kim Y.-J., Choi E.-M., Brown M. T., Han T. A novel bioassay using root re-growth in *Lemna* // Aquatic Toxicology. 2013. Vol. 140–141. P. 415–424.
3. Шаймухаметова С. В. Оценка токсичности водной среды по отрастанию корней ряски малой / Сибирский федеральный университет, 2017.
4. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04/16.1:2:2.3:3.7-04 Методика измерений оптической плотности культуры водорослей хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. М., 2014. 35 с.
5. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06/16.1:2:2.3:3.9-06 Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. М., 2014. 39 с.

ЭКСТРАПОЛЯЦИЯ МЕЖПОЖАРНЫХ ИНТЕРВАЛОВ В СИБИРИ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ПОЖАРОВ

И.О. Радостева^{1*}

Научный руководитель Е.И. Пономарёв²
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН –
обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН*

Лесной пожар, наряду с климатическими процессами, – один из основных факторов, определяющих состояние и динамику лесных экосистем Сибири в современных условиях. Современные средства спутникового мониторинга и геоинформационные технологии обработки данных позволяют получать достоверную информацию о динамике лесных пожаров, их пространственно-временном распределении, уровне воздействия на древостои, а также открывают новые возможности для прогнозирования пожарных режимов на локальном или глобальном уровнях.

Одной из важнейших характеристик, необходимой в решении задач зонально-экологических особенностей пожарных режимов, является информация о повторяемости пожаров – межпожарные интервалы (МПИ). Знание динамики межпожарных интервалов помогает в прогнозировании пожароопасного состояния и разработке стратегии и системы противопожарного обустройства территорий.

Основными источниками, раскрывающими теоретические основы понятия межпожарного интервала, являлись работы М. Л Двинской, В. И. Харук, К. Дж. Рэнсон «Гари в лиственничниках Средней Сибири: временные тренды и ландшафтная приуроченность» [1], Г. А. Ивановой, А. В. Иванова «Пожары в сосновых лесах Средней Сибири» [2]. Как правило, это точечные измерения на обширной территории, поэтому возможность достоверного интерполирования МПИ на большие территории ограничена отсутствием достаточного количества проводимых измерений.

Цель работы – разработать метод экстраполяции межпожарных интервалов для Средней Сибири, используя фактические данные о пожарах за последние 20 лет. Задача решалась на основе бассейнового подхода. Были рассмотрены следующие аспекты: горимости лесов Сибири и анализ закономерности горимости на широтном градиенте; оценка многолетней нарушенности лесов пожарами (накопительная динамика); экстраполяция характерного времени, за которое пожарами будет пройдено 100 % лесной территории отдельного бассейна, в предположении сохранения современного уровня горимости.

* © Радостева И.О., 2019

Территория исследования – Средняя Сибирь. Границы исследуемой территории: 49–78° с. ш. 86–116° в. д. Большую часть страны занимает Средне-Сибирское плоскогорье. Также в Средней Сибири расположена Северо-Сибирская низменность и горы Бырранга, находящиеся на полуострове Таймыр. Большую часть территории занимает таёжная зона, которая составляет 70 % от всей территории. Климат Средней Сибири резко-континентальный, средние температуры за год везде отрицательные: у северной границы – около –10 °С, а у южной – около –4 °С, среднеиюльские температуры +14 и +18 °С.

Всего было рассмотрено 13 бассейнов средних рек Сибири, каждый из которых содержал до 10 бассейнов более мелких рек. Исходные данные – база данных пожаров на территории Сибири за 1996–2016 гг., полученная по результатам спутникового мониторинга пожаров в ИЛ СО РАН (ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск). На территории исследования за период 1996–2016 гг. были зафиксированы пожары общей площадью 45,211 млн га. Средняя горимость по данной территории за период составила 13,32 %, средняя горимость в год – 0,776 %. Использовались векторные слои для ГИС границ бассейнов 4 и 5 уровня вложенности, масштаба 1:200000, а также векторная карта растительности масштаба 1:5000000.

Длительность МПИ зависит от многих факторов, а именно: рельеф, тип леса, широтный градиент, климат и др. [3]. Использование бассейнового подхода позволяет оценить данный показатель на уровне таксонов со сходными физико-географическими, климатическими и лесорастительными характеристиками. Фактическая горимость в год, а также суммарные значения за 20-летний период были получены стандартным методом расчета, как отношение площади всех пожаров к общей площади лесов в границах бассейнов. Это позволило выполнить экстраполяцию и получить данные о межпожарных интервалах на широтном градиенте (см. таблицу).

На бассейнах рек, расположенных выше 74° с.ш., пожары не фиксировались, так как северные районы Красноярского края находятся в зоне климата арктических пустынь и тундр и признаны безлесными территориями [3].

В зоне южной тайги бассейн реки Ангара занимает самую большую площадь. Также этот же бассейн лидирует по площади пожаров, пройденных на его территории. Следовательно, имеет самую высокую степень горимости и самый короткий МПИ. Бассейн находится в зоне резко-континентального климата с неустойчивым увлажнением [4]. Эта зона с незначительным количеством осадков – около 400 мм, а также средней температурой самого теплого месяца 18–20 °С. Территория характеризуется высокой степенью природной пожарной опасности. На уровень количества лесных пожаров влияет тип фитоценоза в данном бассейне. Здесь произрастает сосняк (*Pinus*) с примесью пихты (*Abies*) и кедра (*Cedrus*), а также берёзы (*Bétula*). Пихта и кедр – темнохвойные породы, они уступают светолюбивым породам, таким как лиственница и сосна в пожароустойчивости [5]. Немаловажен рельеф местности. Бассейн реки Ангара приурочен к горной системе Восточного Саяна. Крутые склоны гор способствуют ускоренному распространению пожаров [6].

Межпожарные интервалы в масштабе бассейнов рек Средней Сибири

Широта	Характеристика бассейна			S пожаров, млн га	Горимость в год, %	Горимость суммарная %	МПИ, лет
	S общая, млн га	число бассейнов малых рек	крупные реки				
50° с.ш.- 58° с.ш.	36,443	8	Абакан, Казыр, Кан	6,705	1,08	18,4	92
50° с.ш.- 60° с.ш.	75,757	9	Верхняя Ангара, Джидда, Иркут, Ия, Ока, Селенга, Уда, Чикой, Ангара	22,38	1,7	29,5	57
53° с.ш.- 59° с.ш.	19,726	8	Киренга	3,595	1,07	18,2	93
57° с.ш.- 62° с.ш.	12,578	9	Енисей, Кемь, Сым, Большой Пит	2,36	1,1	18,8	90
58° с.ш.- 63° с.ш.	23,768	9	Катанга, Подкаменная Тунгуска, Чуня, Кама	4,182	1,03	17,6	96
58° с.ш.- 68° с.ш.	45,645	8	Виви, Кочечум, Нижняя Тунгуска, Таймура, Тембенчи	4,443	0,57	9,7	175
61° с.ш.- 66° с.ш.	11,798	9	Елогуй, Енисей	1,052	0,52	9	188
65° с.ш.- 71° с.ш.	4,405	8	Енисей, Курейка Тембанчи	0,302	0,4	6,9	246
66° с.ш.- 72° с.ш.	6,51	9	Аян, Котуй, Хета	0,155	0,14	2,4	708
69° с.ш.- 74° с.ш.	1,363	9	Дудыпта, Пура	0,037	0,15	2,7	829

В зоне средней тайги располагаются бассейны рек Нижней и Подкаменной Тунгуски. МПИ на данной территории варьируются от 90 до 175 лет. Это связано с климатическими особенностями территории. Средние температуры июля составляют 16–17 °С. Важным параметром является гидротермический коэффициент Г. Т. Селянинова, объединяющий необходимое для растений тепло и выпадение при этом достаточного количества осадков. В зоне средней тайги он составляет от 1,4 до 2,0 [7]. Следовательно, климат здесь прохладный, с хорошим увлажнением. Количество осадков за год составляет 420–550 мм.

В бассейнах севера сказывается влияние субарктического климата. Данные бассейны находятся в зоне резко-континентального климата северной тайги и лесотундры. В этой зоне осадков выпадает больше, чем испаряется (600 мм), следовательно, образуется промывной водный режим, что является барьером для распространения пожаров. Также следует сказать, что на данном бассейне господствуют лиственничники (*Lárix*), обладающие сравнительно высокой степенью пожароустойчивости.

Основные результаты

Произведён анализ фактической горимости и выполнены оценки экстраполяции межпожарных интервалов с использованием бассейнового подхода. Была осуществлена оценка горимости лесов Сибири – с юга на север межпожарный интервал увеличивается в длительности [8]. Получены оценки динамики МПИ на широтном градиенте в современных условиях. Показано, что продолжительность МПИ возрастает от 57 лет на 50° с.ш. до более 800 лет в северных районах (> 70° с.ш.).

Список литературы

1. Двинская М. Л., Харук В. И., К. Дж. Рэнсон Гари в лиственничниках Средней Сибири: временные тренды и ландшафтная приуроченность // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2005. Т. 2. № 2. С. 372–379.
2. Иванова Г. А., Иванова А. В. Пожары в сосновых лесах Средней Сибири. Новосибирск : Наука, 2015. 240 с.
3. Домогацких Е. М., Алексеевский Н. И. География: учебник для 8 класса общеобразовательных учреждений. 6-е изд. М., 2013. 336 с.
4. Иванова Г. А. Зонально-экологические особенности лесных пожаров в сосняках Средней Сибири : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск, 2005. 40 с.
5. Барина И. И. География. География России: Природа. 8 кл. : учебник. 6-е изд., стереотип. М. : Дрофа, 2019. 333, [3] с.: ил., карт. (Российский учебник)
6. Козаченко М. А. Мониторинг лесных пожаров: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.02 Лесное хозяйство / ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Саратов, 2014. 31 с.
7. Виноградова В. В., Титкова Т. Б., Черенкова Е. А. Динамика увлажнения и теплообеспеченности в переходных ландшафтных зонах по спутниковым и метеорологическим данным в начале XXI века // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015. Т. 12. № 2. С. 162–172.
8. Харук В. И., Пономарёв Е. И. Пространственно-временная горимость лиственничников Центральной Сибири // Сибирский экологический журнал, 2017. № 6. С. 423–429.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Е.Е. Рихтер*

Научный руководитель О.В. Тасейко
кандидат физико-математических наук

*Сибирский государственный университет науки
и технологий имени академика М. Ф. Решетнева*

В России значительную площадь занимают лесные массивы, интенсивность антропогенного воздействия на которые с каждым годом увеличивается. Сведение лесов приводит к усилению выветривания почвенного слоя, снижению уровня грунтовых вод, в результате чего возможно снижение уровня поверхностных и подземных вод, а затем и уменьшение запасов пресной воды.

Целью исследования являлось выявление самых значительных проблемных аспектов экологического риска для трех районов Красноярского края: Ермаковского, Кежемского и Северо-Енисейского. Оценка экологического риска может производиться на основании уже имеющихся данных прошлых лет мониторинга экосистем.

Экологический мониторинг – полноценная система наблюдения за складывающейся ситуацией окружающей природной среды, оценки и прогноза развития состояния окружающей среды под действием естественных и антропогенных факторов. Как правило, на территории делается ряд наблюдений, которые ведут различные службы. Они ведомственно разделены, не скоординированы в последовательном, параметрическом и других аспектах.

Экологический риск – это оценка на всех уровнях, от точечного до глобального, вероятности появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных антропогенным или иным воздействием. Под экологическим риском понимают также вероятную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время [1]. В работе использовалась балльная оценка рисков лесных экосистем.

Одной из задач исследования являлся анализ характеристик лесных экосистем, определяемых в различных системах мониторинга. На этапе идентификации рисков лесных экосистем для районов Красноярского края были выбраны показатели, связанные с наиболее опасными для состояния экосистем факторами (табл. 1) [2–5].

Для идентификации рисков использован метод нормирования системы исходных данных по показателю размаха вариационного ряда. Каждый коэффициент варьируется в пределах от 0 до 1, где 0 означает несущественное влияние признака, а 1 – максимальное влияние. Результаты нормирования отдельных показателей и сводного показателя, характеризующего уровни риска, представлены в табл. 2. Сводный показатель меняется в диапазоне 0–5.

* © Рихтер Е.Е., 2019

Таблица 1

Характеристики лесных экосистем районов Красноярского края

Показатель	Ермаковский район		Кежемский район		Северо-Енисейский район	
	2008	2018	2008	2018	2008	2018
Общая площадь, тыс. га	1 871	1 871	3 628	3 628	4 917	4 917
Площадь лесного фонда, тыс. га	1 342	1 342	3 203	3 203	4 720	4 720
Лесистость, %	71,7	71,7	88,3	88,29	96	96
Площадь леса, поврежденная пожаром, га	70	1 467	6 455	55 715	262	86 920
Коэффициент влияния пожаров, %	0,004	0,05	0,0008	0,03	0	0,018
Атмосферные осадки, мм/год	598	666	333	311	901	637
Средняя температура летом, °С	18,3	19,35	16,8	15,4	13,4	24,9
Очаги вредителей, га/плотность	3 280,4	0	4 132,8	7 062,41	348,0	208,0

Таблица 2

Нормированные показатели оценки рисков лесных экосистем

Показатель	Коэффициент					
	Ермаковский район		Кежемский район		Северо-Енисейский район	
	2008	2018	2008	2018	2008	2018
Площадь леса, поврежденная пожаром	0	0,02	0,07	0,64	0,01	1
Осадки	0,49	0,61	0,04	1	0	0,56
Средняя температура	0,43	0,52	0,30	0,18	0	1
Очаги вредителей	0,46	0	0,59	1	0,05	0,03
Итого:	2,38	2,15	1,45	3,27	0,06	2,59

Результаты расчетов показывают, что самый высокий риск, формирующийся за счет значительных площадей лесных массивов, поврежденных пожарами, малого количества осадков и большой численности очагов насекомых-вредителей, выявлен в Кежемском районе. Коэффициент, характеризующий количество очагов насекомых-вредителей, высок за счет преобладания усача соснового черного. Питаясь, жуки поражают ветви дерева в кроне, что содействует его истощению, а далее истощенное дерево становится объектом поселения для усачей, в итоге дерево гибнет. Большое значение этот жук имеет на обгоревших участках леса, поскольку еще больше ускоряет гибель уже поврежденных деревьев.

Чтобы минимизировать проблему высокого риска природных пожаров, необходимо проводить ряд профилактических мероприятий. Один из возмож-

ных способов – применение санитарной рубки деревьев. Санитарные рубки проводятся в погибших, а также в утративших биологическую устойчивость насаждениях в результате сильного воздействия неблагоприятных факторов, таких как пожар, массовое поражение деревьев болезнями, повреждение вредителями, ветром, снегом, градом, промышленными выбросами, вызвавших необратимую потерю их жизнеспособности и способности выполнять целевые функции, если другие виды рубок не могут привести к сохранению и оздоровлению насаждений [6]. Этот способ поможет комплексно справиться с большими рисками пожаров и очагов вредителей.

На втором месте по уровню риска оказался Северо-Енисейский район, в котором главной проблемой являются пожары. Чтобы уменьшить этот риск в первую очередь нужно пропагандировать населению правила противопожарной безопасности. Около 90 % возгораний случается по вине человека: оставленные костры, непотушенная сигарета и, главное, намеренное поджигание сухой травы. Высокая средняя температура и малое количество осадков также негативно сказывается на возникновении возгораний.

В результате работы сформирована база данных по показателям состояния лесных экосистем для задачи оценки рисков, выполнено нормирование факторов с использованием коэффициента размаха вариационного ряда, сделана оценка экологических рисков лесных экосистем для трех районов Красноярского края и предложены методы для уменьшения коэффициента экологического риска.

Список литературы

1. Экологические риски. Понятие и сущность экологического риска : сайт. URL: https://vuzlit.ru/164960/ekologicheskie_riski.
2. Об утверждении лесного плана Красноярского края : указ Губернатора Красноярского края от 26.12.2008 № 219-уг (ред. от 08.06.2015).
3. Об утверждении лесного плана Красноярского края : указ Губернатора Красноярского края от 21.12.2018 № 332-уг.
4. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных : сайт. URL: <http://meteo.ru>.
5. Черешня О. Ю., Тикунов В. С. Интегральная оценка и картографирование экологической ситуации в регионах Российской Федерации // Геодезия и картография. 2017.
6. Санитарные рубки : сайт. URL: <https://studfiles.net/preview/1956265/page:14>.

ИННОВАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ НЕФТЕПРОВОДА

Р.Д. Родионов^{*1}

Научный руководитель В.А. Дмитриев²
кандидат технических наук, доцент

¹МАОУ лицей № 7

²Сибирский федеральный университет

Россия – крупнейший добытчик нефти в мире. Однако нефти нужно пройти долгий путь от скважины до предприятия, в котором её ждут. Самый оптимальный и экологичный вариант транспортировки нефти на сегодняшний день – это нефтепровод. Однако при его прокладке, особенно в условиях Севера, возникает ряд больших проблем:

- сезонное вспучивание и проседание пород, в результате которого происходят трещины в трубопроводе;
- коррозия труб и металлических частей нефтепровода;
- образования микротрещин в трубах нефтепровода в результате постоянного теплового расширения/сжатия;
- прилипание и отложение парафинов на стенках нефтепровода;
- постоянные прорывы труб и, как следствие этого, загрязнение огромных территорий различными нефтепродуктами.

Из всего этого можно сделать вывод, что от идеи трубопровода отказываться нельзя, но концепцию нужно менять. В данной работе предложена новая его модель – worm-провод (рис. 1).



Рис. 1. Строение Worm-провода

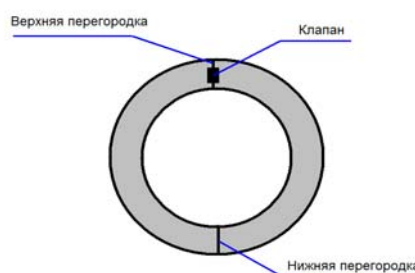


Рис. 2. Поперечное сечение модуля

Суть Worm-провода проста: он состоит из одинаковых надувных модулей кольцевой формы. Материал для модулей – тефлон (политетрафторэтилен), внутри модули полые, заполнены воздухом.

* ©, Родионов Р.Д., 2019

Каждый модуль разделён перегородкой сверху и снизу на две равные части. Верхняя перегородка имеет перепускной клапан (это сделано для того, чтобы при изгибе конструкции давление в разных сегментах было пропорционально объёму в них), следовательно, один сегмент сожмётся, а другой растянется, за счет чего возможен поворот Worm-провода (рис. 2). Если данный модуль не принадлежит участку, на котором нефтепровод заворачивает (изгибается), то клапаны находятся в пассивном состоянии.

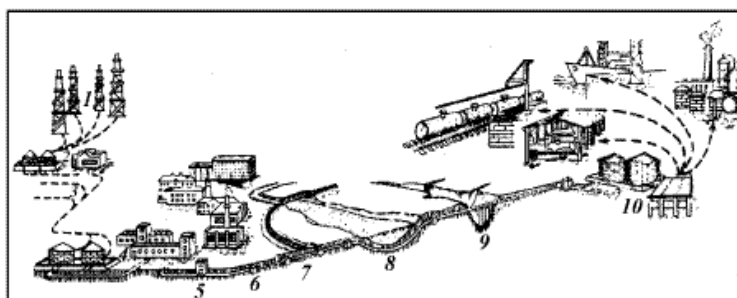


Схема сооружений магистрального нефтепровода:
 1 – промысел; 2 – нефтесборный пункт; 3 – подводные трубопроводы;
 4 – головные сооружения (резервуары, насосная, электростанция и др.);
 5 – узел пуска скребка; 6 – линейный колодец; 7 – переход под железной
 дорогой; 8 – подводный переход через реку; 9 – наземный переход через
 овраг (ручей); 10 – конечный распределительный пункт

Рис. 3. Схема сооружения магистрального нефтепровода

Свойства и преимущества worm-провода

1. Так как конструкция не жёсткая, при проседании или вспучивании грунта worm-провод просто слегка просядет или поднимется вместе с почвой, разрыва трубы и утечки нефти не произойдёт.

2. Так как worm-провод сделан из тефлоновых воздушных оболочек, то ему не страшны морозы, во-первых, потому что тефлон сам по себе выдерживает отрицательные температуры до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, не меняя своих свойств, во-вторых, воздух – очень хороший теплоизолятор. То есть температура нефти внутри тоже будет постоянной.

3. Так как worm-провод состоит из одинаковых модулей, любой из них можно легко заменить на другой такой же в случае необходимости.

4. worm-провод можно разобрать после окончания эксплуатации и использовать детали конструкции для монтажа нового нефтепровода.

5. Так как покрытие worm-провода выдерживает до $+2000\text{ }^{\circ}\text{C}$, ему не страшны умышленные поджоги и лесные пожары.

6. Конструкция не жёсткая, так как снаружи и внутри worm-провод покрыт плёнкой, держащей модули вместе, стенки провода пульсируют из-за разности давлений, таким образом, нефть бьется о стенки (её потенциальная энергия переходит в кинетическую, выделяется тепло) и слегка подогревает сама себя – уже не нужно её специально подогревать. По этой же причине парафины не могут надолго осесть на стенках: пульсируя, они «сшелушивают» с себя парафины, и не нужно больше запускать специальный поршень для соскабливания их со стенок.

7. Так как тефлон прозрачен, то легко можно добавить в список систем мониторинга визуальное наблюдение за током нефти.

8. Исключительно высокая стойкость практически к любым транспортируемым жидкостям и газам (включая особо агрессивные кислоты, щелочи, растворители, масла и др.).

9. Гибкость и малый вес (легче резиновых и металлорукавов).

10. Стойкая прочность (отсутствие деформации от продолжительных растяжений, ударов или вибрации).

11. Низкий коэффициент трения.

12. Антиадгезия (рабочая среда не прилипает к поверхности трубки, не образуются отложения, легко поддаются чистке, что увеличивает срок службы).

13. Отсутствие воздействия на перекачиваемое вещество.

14. Стойкость к старению, атмосферостойкость, влагостойкость.

Список литературы

1. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/113615>.

2. <http://www.mirnefti.ru/index.php?id=108>.

3. <http://www.finansy.asia/node/229>.

4. <http://www.extrol.org/articles/id-8.html>.

5. <http://highpol.com>.

6. Сапожникова Н., Щелканова Е. Иллюстрированный путеводитель НЕФТЬ Красноярский формат. Красноярск : Поликор, 2011.

7. Губин В. Е., Новосёлов В. Ф., Тугунов П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. М. : Недра, 1968.

8. Васильев Г. Г., Коробков Г. Е., Коршак А. А. [и др.] Трубопроводный транспорт нефти. М. : Издательство ООО «Недра-Бизнес-центр», 2002.

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ЗАСЕВА И НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ТЕСТ-КУЛЬТУРЫ ВОДОРОСЛИ ХЛОРЕЛЛА К ИОНАМ МЕДИ

Т.О. Смирнова*

Научный руководитель Ю.С. Григорьев
кандидат биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Поверхностные воды отличаются малой загрязненностью, их температура даже в теплые месяцы года редко превышает 25 °С. На кафедре экологии и природопользования СФУ разработана методика биотестирования пресных вод на водоросли хлорелла [1]. В качестве тест-организма используется термофильный штамм данной водоросли с оптимальной температурой культивирования 36 °С.

Поскольку при тестировании таких вод при повышенных температурах могут измениться ее физико-химические свойства, то возникла задача определить условия культивирования и чувствительность данной культуры водоросли при более низких температурах, в частности при 25 °С. Можно повысить чувствительность биотестов, снизив соотношения численности или массы тест-организмов к объему тестируемой воды. Применительно к методике на хлорелле это можно сделать, уменьшив плотность засеваемой тест-культуры.

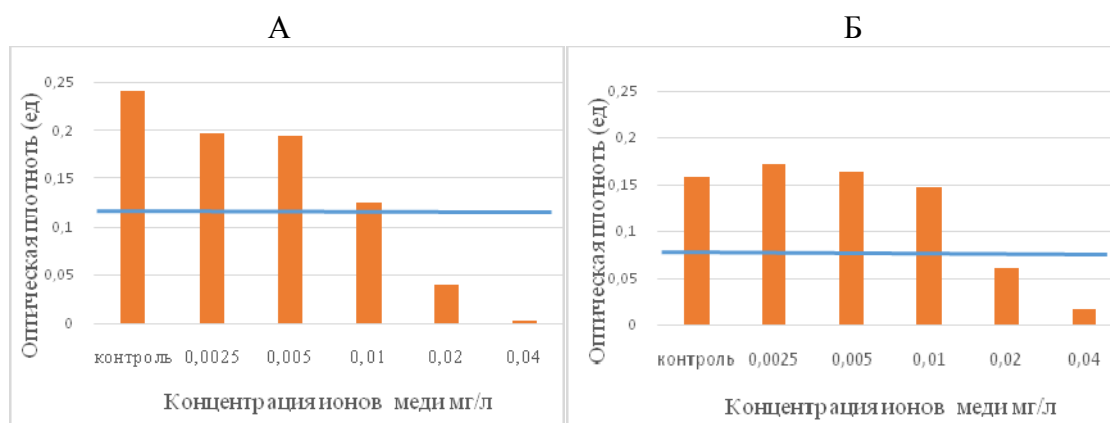
В связи с этим целью данной работы явилось изучение влияния плотности засева и температуры на чувствительность тест-культуры водоросли *Chlorella vulgaris* Beijer к ионам меди.

В качестве тест-организма использовали термофильный штамм *Chlorella vulgaris* Beijer. Водоросль выращивали по методике [1] в культиваторе КВ-05 на 50 % среде Тамия при 36 °С. Биотестирование проводили в 24-кюветном культиваторе КВМ-05 при температурах 36 °С и 25 °С на 2 % среде Тамия. Начальная оптическая плотность тест-культуры составляла 0,005 и 0,001 ед. Результаты экспериментов представлены на рис. 1 и 2.

Сравнение роста культуры водоросли при 36 и 25 °С показало, что при низкой температуре прирост достигает такого же при высокой температуре (22 ч культивирования) только после 45 ч выращивания. При этом чувствительность тест-культуры к ионам меди (рис. 1) при температуре 25 °С несколько повышается (таблица).

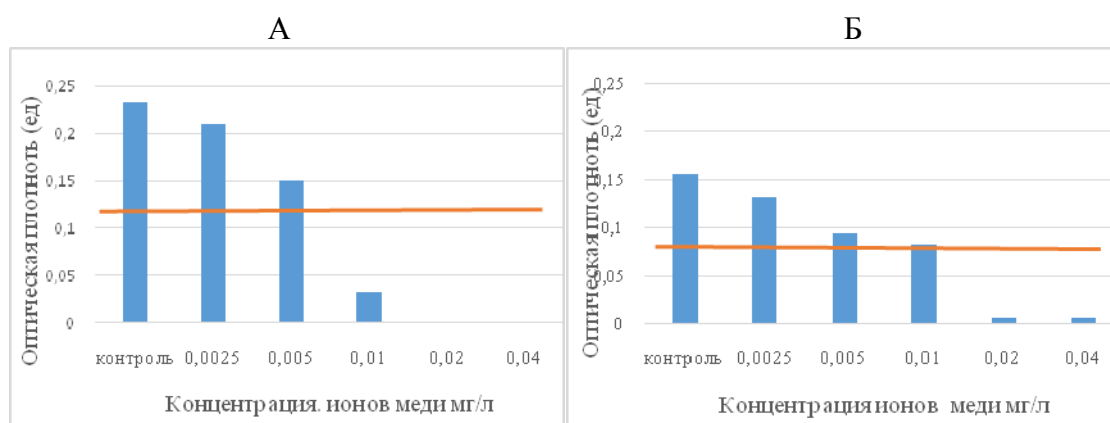
При снижении плотности засева, чтобы достичь того же прироста при обеих температурах, потребовалось увеличить интенсивность светового облучения тест-культур при культивировании. Что касается чувствительности к токсикантам, то она повышается при уменьшении плотности засева. В этих условиях, при температуре 25 °С 50 % снижение прироста также наблюдается при меньших концентрациях токсиканта (рис. 2, таблица).

* © Смирнова Т.О., 2019



Горизонтальной линией показано 50 % снижение величины прироста тест-культуры.

Рис. 1. Оптическая плотность водоросли хлорелла после культивирования, при засеве 0,005 ед. в присутствии различных концентраций меди. При температуре 25 °С (А) и 36 °С (Б)



Обозначение как на рис. 1

Рис. 2. Оптическая плотность водоросли хлорелла после культивирования при засеве 0,001 ед. в присутствии различных концентраций меди. При температуре 25 °С (А) и 36 °С (Б)

Таблица

Значение EC_{50} для ионов меди при разной плотности засева тест-культуры хлореллы и температуры культивирования

Плотность засева тест-организма, ед.	Температура, при которой проводилось биотестирование	
	25 °С	36 °С
0,001	0,0061	0,0105
0,005	0,01	0,0148

Таким образом, при понижении плотности засева и температуры культивирования чувствительность тест-культуры водоросли хлорелла к ионам меди повышается.

Список литературы

1. Григорьев Ю. С. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли (*Chlorella vulgaris Beijer*) для определения токсичности питьевых, пресных, природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. ПНД ФТ 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04. М., 2014. 19 с.

ВЛИЯНИЕ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕЙ (ТЕРМОКОКС) НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ Г. КРАСНОЯРСКА

А.И. Софьин*

Научный руководитель Г.А. Сорокина
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Теплоэнергетика, одна из отраслей энергетики, является крупнейшим источником многокомпонентных загрязнений. Около 75 % выбросов в атмосферу диоксида серы, около 50 % оксидов азота и 20 % твердых примесей относится к деятельности теплоэнергетического комплекса [1]. Такие высокие показатели загрязнения обусловлены тем, что технологические процессы недоработаны в экологическом плане.

Вышеупомянутые поллютанты являются опасными, так как распространяются на большие расстояния от источника загрязнения, происходит их накопление в почве и гидросфере. Также из-за действия ТЭЦ происходит тепловое загрязнение рек и других водоемов, что приводит к гибели гидробионтов, потере кислорода, заболачиванию, размножению водорослей.

Для поддержания качества окружающей среды важным является оптимизировать технологию сжигания угля для снижения количества загрязняющих веществ в составе выбросов.

Данная проблема уже изучалась учеными [2, 3]. В результате проведенных исследований была разработана и научно обоснована новая концепция энерготехнологического использования углей с высокой влажностью и большим выходом летучих веществ (ТЕРМОКОКС), обеспечивающая высокий уровень экономической и экологической эффективности. Особенностью данной концепции является то, что все органические соединения расщепляются и газифицируются внутри твердотопливного котла, и выделяемый горючий газ не содержит смолистых веществ. Вследствие низкой скорости фильтрации нет выноса твердых частиц из кипящего слоя, так как котел работает как зернистый фильтр. Горючий газ можно использовать без предварительной очистки. При его сжигании суммарные удельные выбросы оксидов азота, диоксида серы, оксида углерода и пыли на порядок ниже, чем у угольной котельной или ТЭЦ (это подтверждено инструментальными замерами природоохранной службы на действующих промышленных установках) и ниже действующих нормативов [2].

Также была проведена оценка рисков для здоровья населения г. Красноярска при использовании стандартной технологии использования угля в качестве топлива [4].

Показано, что при совместном действии загрязняющих веществ, обнаруживаемых в атмосфере Красноярска, большая часть города находится в зоне

* © Софьин А.И., 2019

среднего риска. Риски формирования заболеваний органов дыхания, иммунной системы, крови и кроветворных органов, а также дополнительной смертности населения оцениваются как средние. Обеспечение качества атмосферного воздуха населенных мест городских округов и муниципальных районов Красноярского края требует проведения комплекса мер по его улучшению [4, 5]. Одним из путей решения данной проблемы могло быть внедрение новой технологии использования углей. В связи с этим целью данной работы явилась оценка возможного снижения рисков для здоровья населения г. Красноярска при использовании технологии «ТЕРМОКОКС» при сжигании угля.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- провести оценку выбросов при сжигании угля по новой технологии в сравнении с существующей;
- оценить возможность снижения рисков возникновения заболеваний органов дыхания, иммунной системы, крови и кроветворных органов, а также смертности населения при применении новой технологии.

Для сравнительного анализа в лабораторных условиях была собрана установка, включающая в себя газификатор твердого топлива и котел-утилизатор. На выходе из дымовой трубы при помощи газоанализатора производилось измерение ряда параметров с пятикратной повторностью. Средние значения полученных данных представлены в таблице.

Таблица

**Данные состава выбросов при использовании
разных технологий сжигания угля**

Измеряемый параметр	Массовая концентрация, мг/м ³			МВИ
	Стандартная технология	ТЕРМОКОКС	ПДК _{с.с.}	
Запыленность	0,23	0,1	0,15	ГОСТ Р 50820–95
Диоксид азота NO ₂	0,039	0,032	0,04	М-МВИ-76-01
Диоксид серы SO ₂	0,052	0,0232	0,05	МВИ-2606-2000
Оксид углерода CO	4,287	0,068	3	М-МВИ 173-06
Бенз(а)пирен C ₂₀ H ₁₆	0,1 мкг/м ³	0,05 мкг/м ³	0,1 мкг/м ³	М-МВИ-59-99

Исходя из полученных данных, по измеряемым показателям следует, что при использовании технологии газификации твердого топлива «ТЕРМОКОКС» не происходит превышения ПДК_{с.с.}. При использовании стандартной технологии наблюдается превышение ПДК_{с.с.} по запылённости, диоксиду серы и оксиду углерода.

Таким образом, при модернизации действующих котельных и ТЭЦ для использования технологии «ТЕРМОКОКС» на порядок снизится количество

выбрасываемых в атмосферный воздух загрязняющих веществ. Это, в свою очередь, приведет к снижению рисков развития заболеваний среди населения.

Список литературы

1. Котлер В. Р. Экологические проблемы угольных ТЭЦ. Отчет Всероссийского технического института [Электронный ресурс]. URL: http://vti.ru/files/public/ecologicheskie_problemy_ugol_nyh_teh.pdf.

2. Исламов С. Р., Михалев И. О. Энерготехнологическое использование угля на основе процесса слоевой газификации «ТЕРМОКОКС» // Промышленная энергетика. 2009. № 10. С. 2–4.

3. Михалев И. О. О способах повышения экологической безопасности использования углеродных топлив // Вестник Ассоциации выпускников Красноярского государственного технического университета, 2008. Вып. 17. С. 148–152.

4. Канашина И. Г., Тасейко О. В., Иванова Ю. Д. Информационная система расчета риска здоровья человека (на примере г. Красноярска) // Актуальные проблемы авиации и космонавтики, 2008. № 3.

5. Мишина А. Л. Использование методологии оценки риска для управления качеством атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания, 2009. № 6. С. 26–29.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ХВОЙНЫЕ НА ТЕРРИТОРИИ ТУРИСТСКО-ЭКСКУРСИОННОГО РАЙОНА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА «СТОЛБЫ»

Т.А. Тимиряева*

Научный руководитель Н.В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Климат – главный фактор, лимитирующий продуктивность видов и сообществ во многих районах земного шара. В высоких широтах основным ограничителем является дефицит температуры, приводящий к сокращению вегетационного периода [1]. Актуальность данной работы заключается в изучении влияния климатических факторов на хвойные (*Pinus sylvestris* L., *Pinus sibirica* Du Tour, *Picea obovata* Ledeb., *Abies sibirica* Ledeb.) в горных экосистемах Государственного природного заповедника «Столбы».

Территория заповедника «Столбы» представляет собой междуречье правых притоков Енисея: рек Базаихи, Маны и Большой Слизневой. При продвижении с севера на юг абсолютные отметки высот этого междуречья медленно возрастают от 200 до 832 м н. у. м. В соответствии с климатическим районированием заповедник расположен в области умеренного климатического пояса, на стыке двух областей – Восточно-Сибирской (центра холода) и Западно-Сибирской, подверженной влиянию северо-атлантических зимних циклонов. Многолетние данные метеостанции Столбы (536 м н. у. м.) характеризуют климат темнохвойной тайги как более холодный, влажный и менее континентальный, чем степной климат в районе Красноярска (годовые амплитуды 33,8 и 37,3 °С). Средняя годовая температура в горной тайге заповедника минус 1,2 °С, что на 2,1° холоднее, чем в Красноярской лесостепи. Наиболее холодный месяц в году – январь, среднемесячная температура –17,6 °С (на 1° теплее, чем в Красноярске). Самый жаркий – июль, средняя температура +16,2 °С (на 3,8° прохладнее).

Природные условия заповедника определяются его положением на окраине обширной Алтае-Саянской горной области в зоне контакта Западно-Сибирской низменности и Среднесибирского плоскогорья. Согласно лесорастительному районированию Красноярского края территория Столбов относится к Манско-Канскому округу горно-таежных и подгольцово-таежных кедровых лесов [2].

Из-за непосредственной близости Красноярской котловины в сочетании с горным рельефом здесь выражена переходная полоса между лесостепью и горной тайгой. Верхний пояс (80 % от общей площади заповедника) представлен среднегорной темнохвойной тайгой (пихта, ель, кедр), а нижний – лиственнично-светлохвойными лесами низкогорий (сосна, лиственница, береза, осина) [3].

* © Тимиряева Т.А., 2019

Туристско-экскурсионный район (ТЭР) расположен в ближайшей к городу части (рис. 1). В заповеднике пять хвойных лесообразующих пород: светлыхвойные – лиственница сибирская, сосна обыкновенная; темныхвойные – пихта сибирская, ель сибирская, кедр сибирский.

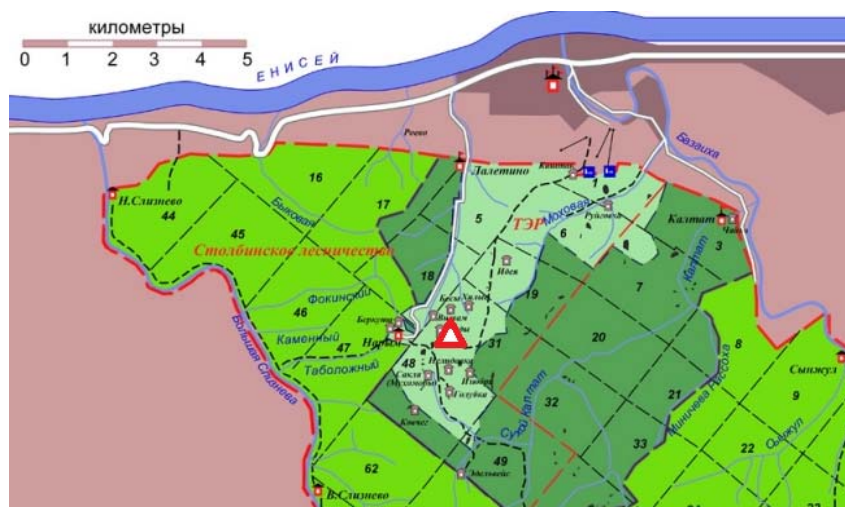


Рис. 1. Схема туристско-экскурсионного района [3] (красный треугольник – местоположение пробной площади)

Объектами исследования служили деревья *Pinus sylvestris*, *Pinus sibirica*, *Picea obovata*, *Abies sibirica* 25–30-летнего возраста.

Анализ параметров флуоресценции хлорофилла представляет мощный инструмент изучения воздействия самых разнообразных экологических факторов на растительные организмы. Измерения показателей флуоресценции хлорофилла хвои проводили с помощью флуориметра Фотон-11. В качестве показателя глубины покоя был взят коэффициент R2, рассчитанный как отношение низкотемпературного и высокотемпературного максимумов нулевого уровня флуоресценции [4].

Содержание фотосинтетических пигментов определяли спектрофотометрически на приборе Spekol-1300 в спиртовой вытяжке, затем данные были пересчитаны на сухую массу [5].

Флуориметр JUNIOR-PAM является прибором начального уровня, который тем не менее позволяет осуществлять широкий спектр экспериментов, связанных с изучением процессов фотосинтеза. Обработка результатов флуориметра JUNIOR-PAM осуществляется на компьютере с помощью полнофункционального программного обеспечения WinControl [6]. В качестве основного показателя взята скорость электронного транспорта – ETR.

Рассмотрев график (рис. 2, а), можно заключить, что самые низкие значения коэффициента R2 у *Pinus sylvestris*; тогда как *Picea obovata*, *Abies sibirica* идут примерно параллельно; *Pinus sibirica* изначально находился в менее глубоком покое и, видимо, потерял много влаги (снижение на вторые сутки возможно вызвано высыханием).

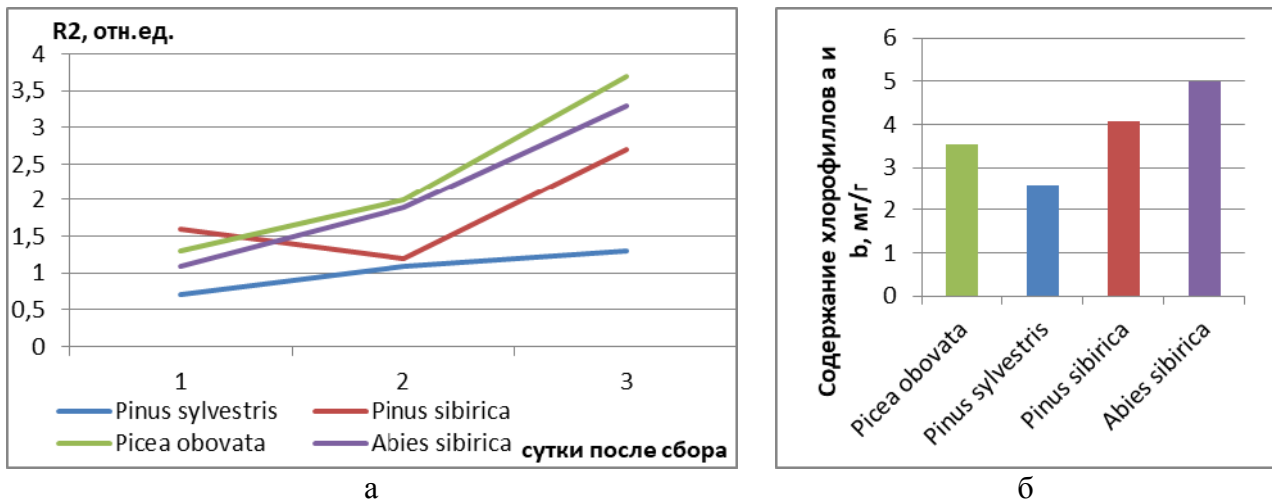


Рис. 2. Динамика коэффициент R2 при выведении побегов хвойных из состояния зимнего покоя в лабораторных условиях (а) и содержание хлорофиллов в хвое исследуемых видов (б), февраль 2019

Как свидетельствуют данные, представленные на графике (рис. 2, б), хвоя *Pinus sylvestris* содержит меньше хлорофилла b, следовательно, в меньшей степени готова к возобновлению фотосинтетической активности.

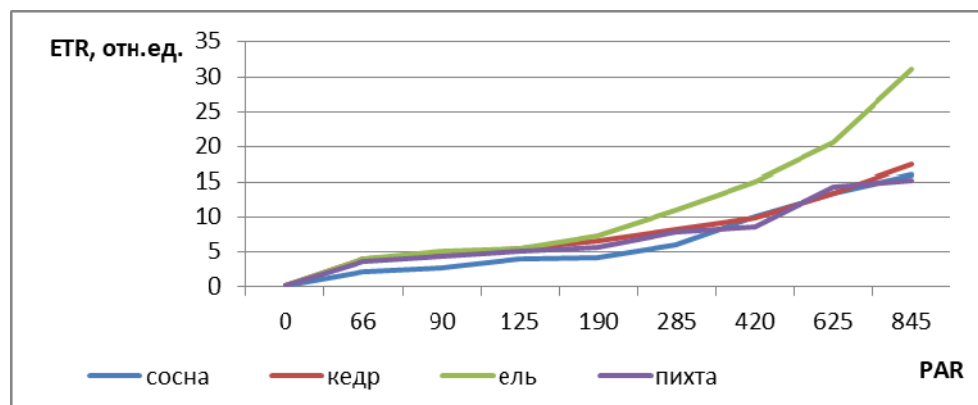


Рис. 3. Динамика изменения скорости электронного транспорта относительно уровня фотосинтетически активной радиации (февраль)

Изменение скорости электронного транспорта относительно уровня фотосинтетически активной радиации (рис. 3), как и коэффициента R2 (рис. 2, а) максимально у ели сибирской, средние значения имеют кедр и пихта, наименьшие – у сосны обыкновенной.

Таким образом, можно сделать вывод, что самый глубокий покой у деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), а деревья остальных исследуемых видов уже в феврале потенциально готовы к возобновлению вегетации.

Список литературы

1. Ваганов Е. А., Шиятов С. Г., Мазепа В. С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма РАН. 1996. 246 с.
2. Смагин В. Н., Ильинская С. А., Назимова Д. И., Новосельцева И. Ф., Чередникова Ю. С. Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск : Наука. 1980. 336 с.
3. Государственный природный заповедник «Столбы» : сайт. URL: <http://www.zapovednik-stolby.ru>.
4. Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гехман А. В., Фомин С. А., Гольд В. М. Способ определения степени глубины покоя древесных растений. Авторское свидетельство № 1358843 от 15 августа 1987 г.
5. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу : учеб. пособие для студ. вузов / под ред. И. П. Ермакова. М. : Академия, 2003. 256 с.
6. СПЕЦЛАБПРОЕКТ и Heinz Walz : сайт. URL: <http://www.spezlab.ru>.

**ГАЗОННЫЕ ПОЧВЫ Г. КРАСНОЯРСКА:
СТОК ИЛИ ИСТОЧНИК УГЛЕРОДА*****К.И. Хоцинская[†]**Научный руководитель Р.А. Шарафутдинов
кандидат географических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

В настоящее время больше половины мирового населения проживает в городах [1]. Ожидается, что эта тенденция в ближайшем будущем сохранится, уже к 2050 г. население городов будет составлять 70 % [2]. Процесс урбанизации сопровождается ухудшением экологического состояния окружающей среды, а также изменением климата на региональном и локальном уровнях [3, 4]. Температура воздуха в урбоэкосистемах в среднем выше на 1–4 °С, чем за их внешними границами. Основными причинами этого являются нагрев объектов городской застройки и выбросы парниковых газов в атмосферу, в частности CO₂, в результате сжигания ископаемого топлива [5].

Последнее десятилетие изучается вопрос возможности снижения остроты указанных проблем за счет оптимизации функционирования урбоэкосистем. Одна из важнейших функций зеленых зон и, в частности, газонных экосистем – регулирование газовой составляющей атмосферы.

Роль городских газонов в качестве «источника»/«стока» углерода [6, 7] остается дискуссионной. Запасы почвенного органического вещества в городских экосистемах весьма вариабельны [8], как и величина эмиссии парниковых газов. С одной стороны, культуроземы, рекреаземы, реплантоземы, конструктороземы [9] обогащаются углеродом за счет замедления минерализации, которое происходит в результате загрязнения их поллютантами, в первую очередь – тяжелыми металлами. В то же время, под влиянием более высокой температуры и концентрации углекислого газа, продуктивность растительности может увеличиваться, что ведет и к интенсификации депонирования углерода. Мероприятия по уходу за газонами, такие как орошение, стрижка, внесение удобрений, уборка листьев, могут приводить к увеличению или снижению эмиссии углекислого газа и закиси азота [10, 11], что потенциально позволяет управлять указанным процессом.

Красноярск является одним из крупнейших промышленных городов России. Уровень загрязнения его атмосферы характеризуется как «очень высокий» [12]. Почва, являясь долговременной депонирующей средой, отражает экологическое качество городской среды. От состояния почв зависит и то, в каком объеме они осуществляют свою природную функцию – депонирование углерода.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 19-04-00274 А. Модель функционирования камбия – этап теоретико-экспериментального обобщения данных сезонных измерений роста годичных колец древесных растений.

[†] © Хоцинская К.И., 2019

Для оценки запасов органического углерода и эмиссии С в почвах селитебных и рекреационных зон города Красноярска были выбраны: участки кампуса СФУ на пр. Свободном, парк «Троя», парк им. Гагарина и сквер им. Сурикова (таблица).

Таблица

Свойства почв функционально-экологических зон г. Красноярска

Пробная площадь	Функционально-экологическая зона	Сорг, %	Сорг, кг С/м ²	Эмиссия, кг С/м ² /год	рН	Гран. состав
Кампус СФУ 1	селитебная	2,75	4,95	1,286	7,6	супесь
Кампус СФУ 2	селитебная	2,88	5,184	1,685	7,7	супесь
Кампус СФУ 3	селитебная	2,11	3,798	1,478	7,5	супесь
Ост. сады	селитебная	3,538	6,368	2,276	7,6	супесь
Сквер им. В. И. Сурикова	рекреационная	4,825	8,685	2,029	7,8	супесь
Парк «Троя»	рекреационная	4,85	8,73	1,849	7,6	супесь
Парк им. Гагарина	рекреационная	5,53	9,954	1,723	7,7	супесь

Гранулометрический состав всех газонных почв представлен супесями. Район кампуса СФУ относится к селитебной функционально-экологической зоне с относительно низким антропогенным воздействием. Рекреационные зоны в большей степени подвержены негативному воздействию со стороны прилегающих транспортных магистралей.

Величина рН водной вытяжки из почв исследуемых зон изменяется от 7,5 до 7,8 ед. Содержание органического углерода в них варьирует от 2,1 до 5,5 % (усредненная величина для слоя мощностью 15 см). Наибольшие значения запаса углерода определяются временем, прошедшим с момента обновления почвогрунтов, почвам недавно обновленных газонов присущи максимальные величины. Запас органического углерода в 15-сантиметровом слое изменяется в диапазоне 3,798–9,954 кгС/м². Значения потенциальной почвенной эмиссии изменялись от 1,286 до 2,276 кг С/м²/год для разных функционально-экологических зон. Указанный расчет выполнен для периода активных температур продолжительностью 129 дня [13]. Максимальные значения эмиссии углерода характерны для газонов на ост. Сады.

Содержание органического углерода в почве и почвенное дыхание показали зависимость от функционально-экологического зонирования (рисунок), однако более значимой причиной выявленной зависимости является неравномерное содержание в них углерода, внесенного менее семи лет назад в процессе планирования газонов. Изученные почвы рекреационной зоны эмитируют СО₂ более интенсивно, нежели почвы селитебной, поскольку запас органического углерода в них практически в два раза выше.

Вероятно, реплантоземы и конструктороземы, сформированные менее 10 лет назад, эмитируют углерод до тех пор, пока не придут в равновесное состояние, соответствующее текущим ландшафтно-климатическим особенностям. В

почвах ненарушенных лесостепных экосистем содержание органического углерода в почвах составляет в среднем 4 %, а значения почвенного дыхания достигают 1,2 кг С/м² [14]. Указанное значение близко к величине эмиссии углерода, которую достигнут реплантоземы и конструктоземы в равновесном состоянии, что и будет соответствовать ландшафтно-климатическим условиям Красноярской лесостепной котловины.

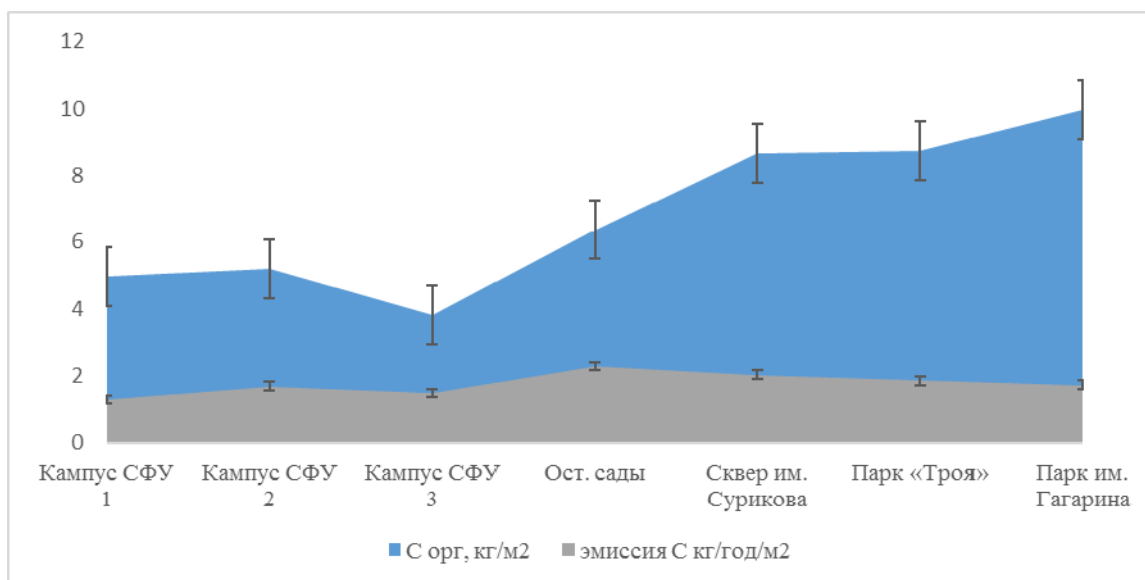


Рис. Запас и эмиссия углерода в почвах газонов

Городские газоны являются не только декоративными и эстетическими составляющими городов, а также выполняют целый ряд экологических функций, в том числе они способны как к эмиссии, так и к депонированию углерода из атмосферы. С этой позиции большое значение имеет разработка практических рекомендаций по формированию устойчивых в заданных ландшафтно-климатических условиях газонных экосистем, требующих для своего поддержания минимальных затрат вещества и энергии.

Список литературы

1. Pouyat R., Groffman P., Yesilonis I., Hernandez L. Soilcarbon pools and fluxes in urban ecosystems // *Environ. Pollut.* 2002. V. 116. P. 107–118.
2. UN. 2008 World urbanization prospects: the 2007 revision. New York, NY: United Nations.
3. Davies Z. G., Edmondson J. L., Heinemeyer A., Leake J. R., Gaston K. J. Mapping an urban ecosystem service: quantifying above-ground carbon storage at a city-wide scale // *Journal of Applied Ecology.* 2011. 48. P. 1125–1134.
4. Lorenz K., Lal R. Biogeochemical C and N cycles in urban soils // *Environment International.* 2009. V. 35. P. 1–8.
5. Саржанов Д. А. Экологическая оценка эмиссии парниковых газов (CO₂, CH₄, N₂O) городскими почвами различных функциональных зон Курска : дис. ... канд. биол. наук. М., 2016. 183 с.

6. Ouimet R., Tremblay S., Perie C., Pregent G. Ecosystem carbon accumulation following fallow farmland afforestation with red pine in southern Quebec // *Canadian Journal on Forest Resources*. 2007. V. 37. P. 1118–1133.
7. Guo L. B., Gifford R. M. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biol.* 2002. 8. P. 345–360.
8. Водяницкий Ю. Н. Органическое вещество в городских почвах: (обзор литературы) // *Почвоведение*. 2015. № 8. С. 921–931.
9. Прокофьева Т. В., Мартыненко И. А., Иванников Ф. А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // *Почвоведение*. 2011. № 5. С. 611–623.
10. Kaye J. P., McCulley R. L., Burkez I. C. Carbon fluxes, nitrogen cycling, and soil microbial community in adjacent urban, native and agricultural ecosystems // *Global Change Biology*. 2005. V. 11. P. 575–587.
11. Horgan B. P., Branham B. E., Mulvaney R. L. Direct measurement of denitrification using ¹⁵N-labeled fertilizer applied to turfgrass // *Crop Science*. 2002. 42:1602–1610.
12. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Красноярского края в 2017 году». Красноярск, 2018. 302 с.
13. Погода и климат [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru>.
14. Чимитдоржиева Г. Д., Егорова Р. А., Мильхеев Е. Ю., Цыбенков Ю. Б. Потоки углерода в степных экосистемах (на примере Южного Забайкалья) // *Растительный мир Азиатской России*. 2010. № 2(6). С. 33–39.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА УЧАСТКЕ СОЛИФЛЮКЦИИ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЭВЕНКИИ

А.Б. Цыренова*

Научный руководитель О.М. Шабалина
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В лесах Центральной Эвенкии происходят периодические пожары, которые влияют на все компоненты биоценоза. Доминантом растительного покрова данных лесов является лиственница Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.)). Насаждения с преобладанием этого вида занимают около 35 % площади всех лиственничных лесов России [1]. Для зрелых лиственничников в живом напочвенном покрове характерно доминирование кустарничков (*Ledum palustre* (L.), *Vaccinium vitis-idaea* (L.), *Vaccinium uliginosum* (L.)) и зеленых мхов (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.), а также кустистых лишайников (*Cetraria islandica* (L.) Ach., *Cladonia rangiferina* (L.) F. H. Wigg. и др.) [2]. Устойчивые низовые пожары, уничтожающие живой напочвенный покров, запускают постпирогенную сукцессию, темпы и направление которой существенно зависят от особенностей местообитания. Так, существенным фактором, модифицирующим ход сукцессии, могут быть процессы солифлюкции.

Цель исследований

Провести сравнительный анализ состава и структуры живого напочвенного покрова на 40-летней гари, сформировавшейся на участке солифлюкции, и в старом лиственничнике.

Задачи исследования:

- оценить видовое богатство на гари и в старом лиственничнике;
- рассчитать коэффициент видового сходства двух растительных сообществ;
- проанализировать изменения видового состава в ходе послепожарной сукцессии на данных участках.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены в подзоне северной тайги Эвенкии, в низовьях р. Кочечум – правого притока р. Нижняя Тунгуска, около п. Тура. Леса образованы лиственницей Гмелина и относятся преимущественно к кустарничково-лишайниково-моховой группе типов леса. Для них свойственны низкорослость, тонкомерность, небольшие запасы древесины [3]. В качестве объектов исследования были выбраны гарь 1978 г., сформировавшаяся на крутом склоне, под-

* © Цыренова А.Б., 2019

вергшемся после сильного устойчивого низового пожара солифлюксии, и соответствующий контрольный участок, не пройденный пожаром. Для контроля характерно чрезвычайно близкое залегание многолетней мерзлоты, в том числе обнаружены ледяные линзы у поверхности. Для изучения естественного восстановления растительного покрова закладывались пробные площади 10×10 м. В пределах каждой пробной площади проводилось полное геоботаническое описание растительного покрова. При этом определялся видовой состав и проективное покрытие в процентах. Для сравнения видового состава использовали коэффициент флористического сходства Жаккара. Возраст гарей определялся по годичным кольцам лиственницы Гмелина. Видовые названия растений и лишайников даны по онлайн-определителю Плантариум [4].

Результаты исследований

Исследования показали, что видовое богатство сравниваемых сообществ довольно низкое. На гари обнаружено 22 вида, на контроле 19. Обычно на гарях и в зрелых лиственничниках обнаруживается 25–40 видов растений [5], что объясняется наличием сохранившихся участков допожарного растительного покрова. Также на исследуемых нами участках присутствуют процессы солифлюксии, поскольку исследуемые сообщества располагаются на крутых склонах.

Видовой состав исследуемой гари и старого лиственничника довольно сильно различается (коэффициент Жаккара составил 0,37). Данные, показывающие количество видов разных подчиненных ярусов, представлены на рисунке.

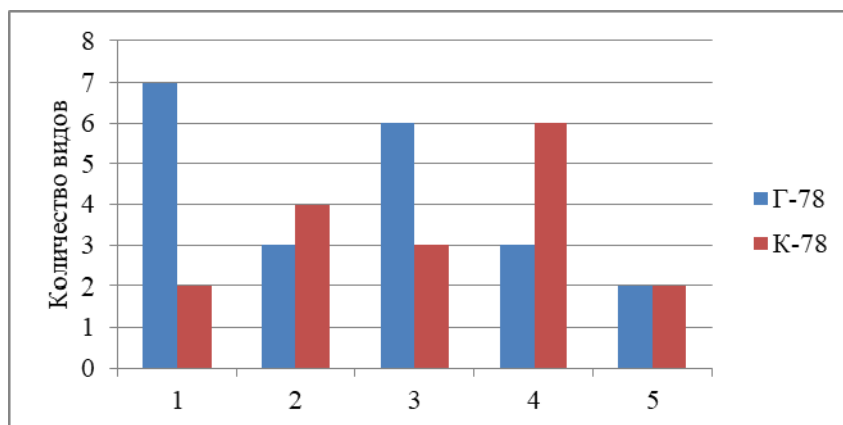


Рис. Изменение количества видов растений в структуре живого напочвенного покрова на гари и на контроле: 1 – кустарники; 2 – кустарнички; 3 – травы; 4 – мхи; 5 – лишайники

Так, на гари встречаются семь видов кустарников, тогда как на контроле только два. В частности, на гари сохранился послепожарный вид малина Мацумуры (*Rubus matsumuranus* H. Lev. & Vaniot), которая типична для самых ранних стадий восстановления растительности после пожаров.

Видовой состав кустарничков на гарях, включая типичные для северотаежных лиственничников виды (*Ledum palustre* (L.), *Vaccinium uliginosum* (L.),

Vaccinium vitis-idaea (L.)). Однако, если в контрольном насаждении проективное покрытие составляет более 80 % при существенном участии багульника болотного (*Ledum palustre* L.), то на гари проективное покрытие существенно меньше, и абсолютным доминантом является брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Также на гари встречается болотный кустарничек хамедафне прицветничковая (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench), что указывает на процессы переувлажнения в данном сообществе.

На гари зафиксировано шесть видов трав, тогда как на контроле только три. Наиболее резкие отличия касаются видового разнообразия и обилия мхов и лишайников. Так, на контроле зафиксировано шесть видов мхов, причем абсолютным доминантом является плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.), проективное покрытие которого составляет примерно 20 %, и гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens* (Hedw.) Bruch et al.), проективное покрытие которого около 15 %. На гари в составе мохового яруса, кроме плевроциума Шребера и гилокомиума блестящего, проективное покрытие которых менее 1 %, встречаем аулакомиум болотный (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr.), проективное покрытие которого менее 2 %.

В обоих сообществах встречаются по два вида лишайников. Однако на гари это представители листоватых (*Peltigera aphthosa* (L.) Willd.) и шиловидных (*Cladonia cornuta* (L.) Hoffm.) лишайников, характерных для относительно ранних стадий постпирогенных сукцессий, тогда как в зрелом лиственничнике обнаружены кустистые лишайники *Cetraria islandica* (L.) Ach. и *Cladonia rangiferina* (L.) F. H. Wigg. Кустистые лишайники характерны для поздних стадий для постпирогенных сукцессий.

Выводы

Исследуемые сообщества отличаются низким видовым богатством, что, возможно, объясняется воздействием процессов солифлюкции и близким залеганием многолетней мерзлоты.

Видовой состав исследуемых сообществ существенно различается (коэффициент видового сходства равен 0,37), что, по-видимому, обусловлено замедленным процессом послепожарного восстановления растительности на гари вследствие протекания процессов солифлюкции.

Наиболее медленно в процессе постпирогенной сукцессии в северотаежных лиственничниках восстанавливается мохово-лишайниковый ярус.

Список литературы

1. Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А. [и др.] Особенности формирования и функционирования лиственничных лесов на мерзлотных почвах // Лесоведение. 1997. № 5. С. 13–23.
2. Абаимов А. П., Прокушкин С. Г., Зырянова О. А. Особенности послепожарных повреждений лиственничных лесов мерзлотной зоны Средней Сибири // Сибирский экологический журнал. 1998. С. 315–323.

3. Богданов В. В., Прокушкин А. С., Прокушкин С. Г. Влияние низовых пожаров на подвижность органического вещества почвы в лиственничниках криолитозоны Средней Сибири // Вестник КрасГАУ. 2009. № 2. С. 88–93.

4. Открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран: сайт. URL: <http://www.plantarium.ru>.

5. Прокушкин С. Г., Бугаенко Т. Н., Прокушкин А. С. [и др.] Сукцессионная трансформация растительного и почвенного покрова на солифлюкционных площадях в криолитозоне Центральной Эвенкии // Известия РАН. Серия биологическая. 2010. № 1. С. 95–104.

**СОСТОЯНИЕ ХВОИ ЕЛИ СИБИРСКОЙ
В УРБОЭКОСИСТЕМАХ г. КРАСНОЯРСКА****В.Н. Чеботарев***Научный руководитель Н.В. Пахарькова
кандидат биологических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

Хвойные деревья называют «вечнозелеными», так как они меняют листву постепенно, в отличие от лиственных пород, и сохраняют декоративные свойства на протяжении всего года. Однако это делает их более уязвимыми в условиях химического и физического воздействия городской среды, так как листья хвойных имеют более продолжительный срок жизни (например, у ели сибирской хвоя живет 7–9 лет) [1, 2]. Способность многолетней хвои накапливать атмосферные поллютанты в течение длительного времени дает возможность широко использовать хвойное растение как биоиндикатор оценки качества окружающей среды [3, 4].

Загрязнение окружающей среды является острой экологической проблемой, особенно в городских и промышленных районах [5]. Поэтому актуальной задачей является поиск объективных и достаточно простых в исполнении методов ранней диагностики техногенного загрязнения природной среды. Одним из них может служить изменение глубины и длительности стадий зимнего покоя растений [6, 7].

Для определения степени зимнего покоя растений мы использовали аппарат «Фотон-11» (на базе СФУ, кафедры экологии и природопользования).

В качестве показателя состояния растений и глубины покоя использовали отношение интенсивностей флуоресценции, соответствующих низко- и высокотемпературному максимумам кривой ТИНУФ (R_2):

$$R_2 = \Phi_{\text{лнт}}/\Phi_{\text{лвт}}, \quad (1)$$

где $\Phi_{\text{лвт}}$ – интенсивность флуоресценции при высокотемпературном максимуме, $\Phi_{\text{лнт}}$ – интенсивность флуоресценции при низкотемпературном максимуме.

Наибольшие риски нарушения сроков фенофазных изменений приходится на переходные периоды: период перехода в состояние покоя (октябрь) и выхода из этого состояния (март). Как свидетельствуют данные, представленные на рисунке, максимальная фотосинтетическая активность в эти периоды, как и в период вегетации, имеет хвоя из Октябрьского района, а минимальная – из Советского. Что касается возраста хвои, в осенний период наименьшие значения R_2 имеет молодая хвоя, а во время выхода из покоя – хвоя старших возрастов. Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ подтверждает достоверность различий для $p = 0,05$, так как $F_{\text{факт}}$ превышает $F_{\text{критич}}$.

* © Чеботарев В.Н., 2019

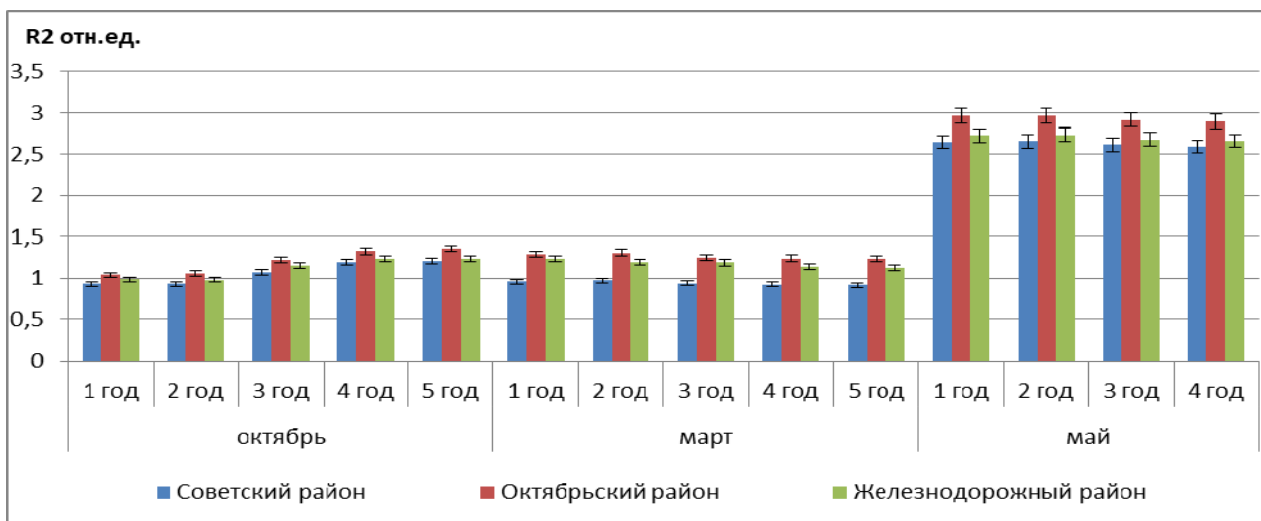


Рис. Изменение параметра R2 в период перехода в состояние покоя (октябрь), выхода из этого состояния (март) и в период вегетации (май)

Список литературы

1. Коропачинский И. Ю. Древесные растения для озеленения Красноярска. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2014. 320 с.
2. Лесная энциклопедия : в 2 т. / гл. ред. Г. И. Воробьев. М. : Сов. энциклопедия, 1985. 563 с.
3. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска / отв. ред. д-р биол. наук, проф. Л. И. Милютин ; Рос. Акад. Наук, Сиб. Отделение, Ин-т леса им. В. Н. Сукачева ; Сиб. гос. Технол. ун-т. Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2009. 179 с.
4. Гаевский Н. А., Сорокина Г. А., Гольд В. М., Миролюбовская И. В. Сезонные изменения фотосинтетического аппарата древесных и кустарниковых растений // Физиология растений. 1991. Т. 38. Вып. 4. С. 685–692.
5. Обзор о состоянии загрязнения атмосферного воздуха за 2017 г. [Электронный ресурс] / ФГБУ «Среднесибирское УГМС». URL: <http://meteo.krasnoyarsk.ru/LinkClick.aspx?fileticket=HQ2EgjuUNT4%3d&tabid=227>.
6. Авторское свидетельство 1358843 СССР, Способ определения степени глубины покоя древесных растений / Н. А. Гаевский, Г. А. Сорокина, А. В. Гехман, С. А. Фомин, В. М. Гольд; опубл. 15.08.87.
7. Pakharkova N. V., Sorokina G. A., Grigoriev Yu. S. (2011) Fluorescence methods for estimating influence of air pollution on to winter dormancy of woody plants. In: Finnish Conference of Environmental Science, Turku, Finland, Pp. 111–114.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ПОСЛЕПОЖАРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ NDVI И ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА*

Н.Д. Якимов[†]

Научный руководитель Е.И. Пономарев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Положительный тренд числа и площадей пожаров Сибири характерен для последних десятилетий [1]. В лесах бореальной зоны фиксируются значительные территории с послепожарными изменениями. Такие изменения способны проявляться по-разному: например, в снижении альbedo поверхности, приводящему к аномальному прогреву напочвенного покрова и верхних горизонтов почвы [1, 2]. Это определяет изменения общего теплового баланса на нарушенных участках и, как следствие, аномалии в функционировании сезонно-талых слоев. В криолитозоне это может считаться значимым фактором влияния на долговременное состояние почв, в связи с низкой скоростью стабилизации температурной аномалии и низким потенциалом восстановления растительных покровов после высокотемпературных воздействий огня на древесную растительность [3]. В результате снижается общая продуктивность растительности послепожарных участков.

По литературным данным, восстановительные процессы в лесах бореальной зоны Сибири занимают более 25–50 лет [3, 4]. При этом многолетний «накопленный эффект» воздействия пожаров на данной территории может способствовать увеличению времени восстановительных сукцессий и их успешности, провоцируя экологические последствия.

Основная цель работы – провести анализ послепожарных температурных изменений, оценить отклонения показателя NDVI от фоновых значений, оценить возможные последствия применительно к динамике сезонно-талого слоя на нарушенных участках.

Для оценки изменений альbedo и температурных показателей были использованы усредненные значения альbedo поверхности в диапазоне $\lambda_1 = 0,620–0,670$ мкм (канала 1, MODIS) и $\lambda_2 = 0,841–0,876$ мкм (канал 2, MODIS). Эти значения использовались в расчете вегетационного индекса NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), получаемого дистанционными средствами, это один из подходов оценки и сравнения продуктивности растительности. Он же используется и для сравнения продуктивности фотосинтетически активной биомассы растительности нарушенных и ненарушенных участков (фона). Тем-

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, правительства Красноярского края, Краевого фонда науки «Моделирование и спутниковый мониторинг эффектов от тепловых аномалий подстилающей поверхности в сезонно-талом слое почв криолитозоны Сибири» (№ 18-41-242003).

[†] © Якимов Н.Д., 2019

пературные показатели в тепловом канале с диапазоном $\lambda_3 = 10,780\text{--}11,280$ мкм (канал 31, MODIS) для нарушенных участков, определялись на основе замеров в 5–10 точках в границах пожаров и за ее пределами на расстоянии до 2 км (фон). Моделирование влияния избыточного прогрева на сезонное протаивание почв основано на решении Стефана уравнения теплопроводности, с условием фазового перехода на границе слоя протаивания [4]. Сезонная динамика зафиксированных абсолютных и относительных значений, усредненных по месяцам, представлена в таблице. Данные о динамике отклонений температур и NDVI, динамике изменения глубины слоя протаивания проиллюстрированы на рисунке.

Таблица

**Усредненные по месяцам показатели вегетационного периода
с мая по сентябрь**

Месяц	Гарь		Фон		Аномалия Т, °С	Глубина слоя протаивания, %	Относительная ошибка	
	Т, °С	NDVI	Т, °С	NDVI			Т, %	NDVI, %
V	22,93	0,17	20,10	0,47	2,83	8,02	13,74	62,62
VI	24,50	0,23	19,20	0,60	5,30	13,51	27,28	61,57
VII	26,13	0,29	20,87	0,63	5,27	13,13	25,64	54,05
VIII	22,34	0,29	18,68	0,61	3,66	10,75	19,60	51,80
IX	12,61	0,22	10,84	0,37	1,77	8,74	16,81	40,18

Зафиксировано, что разница в абсолютных показателях температур между нарушенными участками и фоном варьирует в диапазоне 1,8–5,3 °С. При этом температурная аномалия в относительных единицах составляет 14–27 %. Однако, как показывает дополнительный подекадный анализ, эти значения могут достигать $7,1 \pm 1,3$ °С, следовательно, усреднения по месяцам сглаживают вариацию полученных результатов более чем на 30 %. Разница показателей NDVI снижается от начала сезона к концу и находится в пределах 63–40 % (рисунок). Предполагается, что уменьшение различий показателей в конце сезона вызвано в большей степени осенним снижением температур и фотосинтетической активностью растительности.

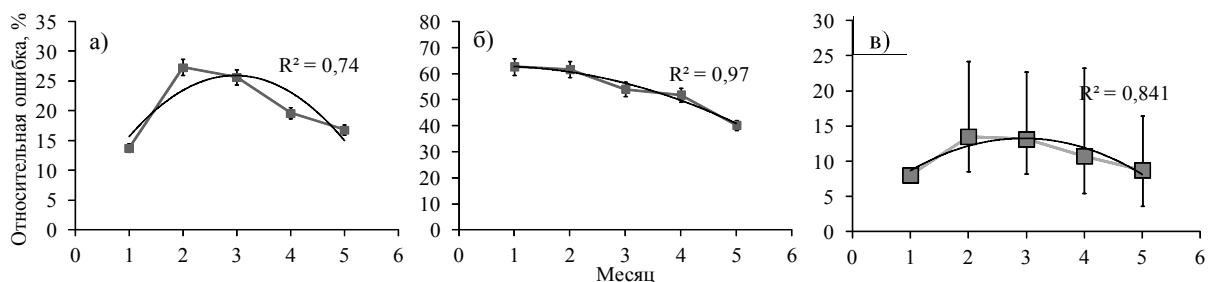


Рис. Сезонная динамика изменения относительного отклонения температур (а), относительного отклонения NDVI (б) и изменения глубины слоя протаивания с указанием месяцев по оси абсцисс (1 – май, 2 – июнь, ..., 5 – сентябрь)

Как видно из рисунка, увеличение глубины слоя протаивания наблюдается во все исследуемые месяцы и показывает нормальное распределение значений с пиками увеличения в середине сезона и минимумами в начале и конце. Аномальный прогрев нарушенных участков способствует увеличению глубины слоя протаивания в среднем на 8–15 % с пиками, достигающими 24 % на отдельных участках. Увеличение глубины слоя протаивания в мае и сентябре не сильно различаются. Однако при учете минимальных и максимальных месячных значений видно, что в мае относительная ошибка практически не меняется на всех исследуемых участках, в то время как в мае наблюдаются скачки ошибки, максимальная из которых достигает 17 %. Также мы наблюдаем максимальные пики около 24 % в августе, что приблизительно равно максимальным июньским значениям. Это определяется относительно низкой теплопроводностью почвенных слоев и соответствующей задержкой прогрева нижних слоев почвенного профиля относительно фиксируемого времени избыточного теплового потока на поверхности [4].

Выводы

Вследствие уменьшения показателей альбедо на нарушенных участках наблюдается повышенный уровень инсоляции и соответственно избыточный прогрев подстилающей поверхности (напочвенного покрова и верхних горизонтов почв). В результате этого в течение вегетационного периода фиксируется повышение температуры на таких участках до $7,1 \pm 1,3$ °C по сравнению с фоном, что фиксируется дистанционными спутниковыми съемками в тепловом диапазоне.

Глубина слоя протаивания имеет связь с послепожарными аномалиями теплового поля поверхности, что обуславливается увеличением протаивания почвы на 8–24 %. В связи с задержкой прогревания почвенных слоев, даже при уменьшении внешней температуры в сентябре, процент протаивания выше, чем в мае.

На основе анализа полученных показателей NDVI выявлено, что показатель NDVI на нарушенных участках в первый год после пожара составляет 37,5–60 % от фоновых значений. Разница в значениях NDVI нарушенных участков и фона максимально в начале сезона и уменьшается к концу сезона наряду со снижением фотосинтетической активности у фоновой растительности.

Спутниковые данные обеспечивают возможность долговременного анализа за состоянием и динамикой восстановительных процессов на послепожарных участках в условиях криолитозоны Сибири. Показана эффективность использования методов спутникового мониторинга как на основе вегетационных инвариантных показателей, так и по данным в тепловом инфракрасном диапазоне. При этом результаты анализа динамики долговременных тепловых аномалий послепожарных участков могут быть основой для контроля над состоянием сезонно-талых слоев в условиях криолитозоны Сибири.

Список литературы

1. Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 50–61.
2. Барталев С. А., Стыщенко Ф. В., Егоров В. А. [и др.] Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83–94.
3. Безкоровайная И. Н., Борисова И. В., Климченко А. В. [и др.] Влияние пирогенного фактора на биологическую активность почв в условиях многолетней мерзлоты (Центральная Эвенкия) // Вестник КрасГау. 2017. № 9. С. 181–189.
4. Пономарев Е. И., Пономарева Т. В. Влияние послепожарных температурных аномалий на сезонное протаивание почв мерзлотной зоны Средней Сибири по дистанционным данным // Сибирский экологический журнал. 2018. № 4. С. 477–486.

Медицинская биология

БЫСТРЫЙ МЕТОД, ПОЗВОЛЯЮЩИЙ РАЗЛИЧИТЬ ВИДЫ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS*, ИМЕЮЩИХ КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА

Т.В. Деринг*

Научный руководитель О.А. Гусейнов
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Наряду с классическими методами идентификации микроорганизмов с использованием культуральных и морфологических характеристик, а также химических и биохимических реакций, в настоящее время все более широко используются методы определения микроорганизмов, основанные на сравнении нуклеотидных последовательностей генов микроорганизмов и анализе полиморфизма молекул ДНК, полученных в результате амплификации отдельных генов бактерий. Одним из применяемых в современных лабораториях методов идентификации микроорганизмов является идентификация по маркерному гену 16S рРНК [1]. Он присутствует в геноме всех известных бактерий и архей, но отсутствует у вирусов и в ядерных хромосомах эукариот. Ген 16S рРНК также есть в эукариотах в митохондриальной ДНК. Этот ген имеет как консервативные участки, так и видоспецифичные. Степень схожести видоспецифичных участков очень хорошо отражает эволюционное родство разных видов [2]. Последовательности нуклеотидов этого гена для огромного количества микроорганизмов обширно представлены в различных банках данных [3].

Многие виды бактерий рода *Bacillus* обладают свойством подавлять рост и развитие патогенной, условно-патогенной и гнилостной микрофлоры [4]. В результате их применения микробный состав микробиологических сообществ, в которые они попадают, изменяется в сторону эволюционно нормального. Применительно к человеку и животным это проявляется в оздоровлении организма. Препараты на основе бактерий рода *Bacillus* применяются для создания противомикробных, противовирусных, противогрибковых препаратов. Важно уметь точно и правильно различать между собой разные виды бактерий рода *Bacillus*.

Целью моей работы было, используя метод анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ), разработать алгоритм быстрого выявления бактерий рода *Bacillus* среди различных образцов внешне похожих микроорганизмов и идентифицировать их до вида.

Проведенный мною анализ полиморфизма длин рестрикционных фрагментов (ПДРФ) ПЦР-продуктов гена 16S рРНК длиной около 1 500 пар оснований для 15 образцов бактерий проводился с использованием трех рестриктаз: *NotI*, *MspI*, *Tu9I*. На основании полученных данных мы пришли к следующим выводам.

* © Деринг Т.В., 2019

1. При использовании рестриктазы Hae III мы сразу можем отделить образцы, относящиеся к роду *Bacillus* от представителей других родов. Наблюдается два типа распределения рестриктов. Так, профили электрофореграмм для *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis* и *Bacillus toyonensis* оказались одинаковыми, как и профили бактерий *Bacillus pumilus*, *Bacillus velezensis* и *Bacillus amyloliquefaciens*.

2. При использовании рестриктазы Msp I наблюдаются уже три типа распределения рестриктов. Она позволяет отличить *Bacillus cereus* и *Bacillus thuringiensis* от *Bacillus velezensis* и *Bacillus amyloliquefaciens*, а также позволяет четко отличить *Bacillus pumilus* от всех других видов.

3. Рестриктаза Tru9 I позволяет различить между собой следующие виды: *Bacillus pumilus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus velezensis* и *Bacillus amyloliquefaciens*.

Таким образом, рестриктаза Hae III позволяет сразу отделить бактерии рода *Bacillus* от представителей других родов, а использование рестриктазы Tru9 I позволяет идентифицировать данные бактерии до вида.

Метод анализа полиморфизма длин рестрикционных фрагментов вместе с использованием генетической базы данных GenBank является быстрым, дешевым и высокоэффективным дополнением к классическим методам идентификации бактерий и позволяет уточнить видовую принадлежность микроорганизма.

Список литературы

1. Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика. Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2003. 480 с.
2. Патрушев Л. И. Искусственные генетические системы. М. : Наука, 2004. 530 с.
3. GenBank [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank>.
4. Лемяк А. А., Штерншис М. В. Атагонистический потенциал сибирских штаммов *Bacillus spp.* в отношении возбудителей болезней животных и растений // Вестн. ТГУ. Биология. 2014. № 1. С. 42–55.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРО – И АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ БОЛЬНЫХ АДЕНОМОЙ И РАКОМ ПРОСТАТЫ

**Е.А. Карпенко¹, Е.В. Алымова²,
К.А. Кудрявцева¹, В.А. Мишина^{1*}**

Научный руководитель Н.М. Титова
кандидат биологических наук, доцент
Научный руководитель О.В. Смирнова
доктор медицинских наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера*

Аденома предстательной железы – полиэтиологическое заболевание, которое развивается в результате разрастания периуретральной железистой зоны предстательной железы, приводящее к обструкции нижних мочевыводящих путей. Аденома простаты – это доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ), постепенное нарастание частоты которой наблюдается с 11,3 % в возрасте 40–49 лет до 81,4 % в возрасте 80 лет. Рак предстательной железы (РПЖ) – злокачественное новообразование, возникающее из эпителия предстательной железы. РПЖ наиболее часто встречаемая опухоль мочеполовой системы у мужчин. В структуре общей онкологической заболеваемости в России находится на пятом месте. Среди мужского населения РПЖ занимает второе место после рака легкого. Раковая опухоль растет медленно, заболевание может никак не проявляться в течение многих лет. В литературе встречаются данные, свидетельствующие о том, что между ДГПЖ и раком простаты существуют этиологические и патологические связи, в частности, воспаление, которое вносит вклад в развитие как ДГПЖ, так и рака простаты.

Известно, что воспалительные процессы сопровождаются усиленным образованием активных форм кислорода (АФК). Активные формы кислорода участвуют в нормальной жизнедеятельности всех клеток человека, их стационарный уровень поддерживается благодаря функционированию многоуровневой антиоксидантной системы (АОС). К компонентам антиоксидантной системы плазмы крови относят ряд различных ферментов, среди которых: супероксиддисмутаза (СОД), глутатионпероксидаза (GPO), глутатион-S-трансфераза (GST) и церулоплазмин, а также низкомолекулярные соединения: восстановленный глутатион (GSH), мочевиная кислота, витамины С и Е. Избыточная продукция АФК либо снижение активности АОС может привести к нарушению соотношения про- и антиоксидантной систем, развитию оксидативного стресса, который, как отмечается в ряде исследований, является одним из патогенетических звеньев развития патологических процессов, в том числе и онкологических.

* © Карпенко Е.А., Алымова Е.В., Кудрявцева К.А., Мишина В.А., 2019

Цель исследования – сравнительное изучение соотношения прооксидантных и антиоксидантных процессов в плазме крови больных аденомой и раком простаты.

Для оценки прооксидантных процессов проводилось измерение содержания малонового диальдегида и карбонильных производных, которые являются вторичными продуктами перекисного окисления липидов и белков. Состояние антиоксидантной системы определялось по уровню GSH и активности ферментов – глутатионпероксидазы и глутатион-S-трансферазы.

Объектом исследования служила плазма крови 13 здоровых людей (контрольная группа), больных аденомой (46 человек) и раком простаты (43 пациента).

Методы исследования

Концентрацию малонового диальдегида (МДА) измеряли колориметрически по окрашенному комплексу, образуемому в реакции МДА с 2-тиобарбитуровой кислотой. Уровень ДК определяли в липидных экстрактах при длине волны 232 нм. О содержании карбонильных производных белков судили по реакции взаимодействия аминокислотных остатков с 2,4-динитрофенилгидразином.

Содержание GSH оценивали по количеству аниона 2-нитро-5-тиобензоата желтого цвета, образующегося при взаимодействии глутатиона с ДТНБК. Интенсивность окраски измеряли на спектрофотометре при длине волны 412 нм. Активность глутатионпероксидазы оценивали по изменению содержания GSH в пробах с гидроперекисью трет-бутила в ходе цветной реакции с ДТНБК. Активность глутатион-S-трансферазы определяли по скорости образования конъюгатов между GSH и ХДНБ. Увеличение концентрации конъюгатов в ходе реакции регистрировали спектрофотометрически при длине волны 340 нм.

Определение активности супероксиддисмутазы основано на ингибировании реакции аутоокисления адреналина в щелочной среде в присутствии СОД. Содержание церулоплазмينا определяли по методу Ревина, мочевой кислоты – набором реагентов фирмы Витал-Диагностик.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 7,0. Достоверность между группами оценивалась по U-критерию Манна – Уитни. Различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждения

В табл. 1 приведены результаты исследования показателей прооксидантной системы – диеновых конъюгатов, малонового диальдегида и карбонильных производных белков в плазме крови людей с ДППЖ и РПЖ.

Из данных табл. 1 следует, что в плазме крови больных как аденомой, так и раком предстательной железы интенсифицируются процессы свободнорадикального окисления липидов и белков. Накопление первичных продуктов ПОЛ – диеновых конъюгатов более выражено, чем вторичных (МДА). При раке

простаты отмечается более значимое увеличение уровня ДК, МДА и КП по сравнению с аналогичными показателями у больных с аденомой простаты.

Результаты исследования состояния антиоксидантной системы приведены в табл. 2.

Таблица 1

Содержание продуктов окислительной модификации липидов и белков у больных аденомой и раком простаты

Исследуемый показатель	Контроль (n = 13)	Аденома простаты (n = 46)	Рак простаты (n = 33)
	Me (25–75)	Me (25–75)	Me (25–75)
	1	2	3
ДК, мкмоль/г белка	2,70 (2,45–2,78)	3,02 (2,88–3,18) P _{1,2} < 0,001	3,45 (3,26–3,71) p _{1,3} < 0,001; p _{2,3} < 0,001
МДА, мкмоль/г белка	4,54 (1,62–5,98)	3,66 (2,19–5,74)	4,00 (2,58–6,59) p _{1,3} < 0,05
КП, мкмоль/г белка	0,52 (0,44–0,55)	0,65 (0,58–0,71) P _{1,2} < 0,001	0,67 (0,60–0,71) p _{1,3} < 0,001

Таблица 2

Содержание низкомолекулярных антиоксидантов и активность антиоксидантных ферментов в плазме крови больных аденомой и раком простаты

Исследуемый показатель	Контроль (n = 13)	Аденома простаты (n = 46)	Рак простаты (n = 33)
	Me (25–75)	Me (25–75)	Me (25–75)
	1	2	3
СОД, у.е/мин*г белка	1322 (1241–1408)	1161 (806–1402) P _{1,2} < 0,01	771 (569–1288) p _{1,3} < 0,001; p _{2,3} < 0,01
ГSH, мкмоль/г белка	1,91 (1,74–2,06)	2,03 (1,70–3,44) P _{1,2} < 0,05	2,36 (1,83–4,02) p _{1,3} < 0,01
ГПО, мкмоль/мин*г белка	147 (105–163)	118 (83–135)	140 (130–156) p _{2,3} < 0,01
ГST, ммоль/мин*г белка	2,73 (1,37–6,22)	3,02 (1,77–4,86)	2,60 (1,94–3,30) p _{2,3} < 0,05
ЦП, мг/л	127 (107–158)	151 (126–188) P _{1,2} < 0,05	156 (134–196) p _{1,3} < 0,001; p _{2,3} < 0,05
Мочевая кислота, мкмоль/л	430 (412–443)	319 (297–356) P _{1,2} < 0,001	425 (391–458) p _{2,3} < 0,001

Анализ полученных результатов показал, что компоненты АОС изменяются по-разному: активность СОД снижается при аденоме и раке предстательной железы; ГST увеличивается в плазме крови больных аденомой и снижается при РПЖ; ГПО, напротив, не изменяется у больных гиперплазией аденомы и

незначительно по сравнению с контролем снижается при РПЖ. В целом анализ соотношения про- и антиоксидантной систем свидетельствует о превалировании свободнорадикальных повреждений липидных и белковых молекул у больных РПЖ по сравнению с аналогичным соотношением при ДГПЖ.

Список литературы

1. Аль-Шукри С. Х. Рак предстательной железы: некоторые аспекты эпидемиологии, этиологии и канцерогенеза // Урологические ведомости. 2012. Т. II. № 1. С. 23–25.
2. Титова Н. М. Оценка структурно-функционального состояния клетки : метод. указания к практическим занятиям. Красноярск : ИПК СФУ, 2009. 60 с.
3. Тюзиков И. А. Роль возрастного андрогенного дефицита в патогенезе аденомы предстательной железы // Тихоокеанский медицинский журнал. 2016. № 1. С. 14–18.
4. Chang W.-H. Oxidative damage in patients with benign prostatic hyperplasia and prostate cancer co-exposed to phthalates and to trace elements // Environment International. 2018. № 121. P. 1179–1184.
5. Marengo B. Redox Homeostasis and Cellular Antioxidant Systems: Crucial Players in Cancer Growth and Therapy // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2016. 16 p.
6. Miah S. BPH and prostate cancer risk // Indian J Urol. 2014. № 30. P. 214–218.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ КОМПОНЕНТОВ «THIRD-HAND SMOKE» В КУЛЬТУРЕ ЭРИТРОЦИТОВ

О.Р. Максимова*

Научный руководитель Е.И. Шишацкая
доктор биологических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Курение является фактором риска развития многих заболеваний, которые приводят к преждевременной смерти трудоспособного населения [1, 2]. Серьезную опасность для здоровья представляет third-hand smoke (THS). Биологические эффекты THS связаны с газообразными продуктами и твердыми частицами табачного дыма, которые оседают на поверхности предметов и могут подвергаться окислительным модификациям, превращаясь в более агрессивные вторичные поллютанты [3]. Экспериментальные исследования на лабораторных животных и в клеточных культурах показывают, что THS представляет серьезную опасность для здоровья некурящих людей [4, 5].

В связи с этим в представленной работе изучали влияние продуктов THS на структурно-функциональную стабильность мембран эритроцитов в культуре *in vitro* у некурящих и курильщиков. В группе курильщиков забор крови проводился дважды: до выкуривания сигареты (ДО) и через 10 минут после выкуривания сигареты (ПОСЛЕ).

Было показано, что продукты THS в концентрации 100 у. е. уменьшают сорбционную емкость эритроцитов у некурильщиков в 2,5 раза, а у курильщиков (ДО) – в 2 раза по сравнению с контролем. У курильщиков (ПОСЛЕ) достоверных изменений сорбционной емкости не наблюдалось.

В изученных концентрациях продукты THS не вызывали достоверных изменений сорбционной емкости гликокаликса у некурящих доноров и курящих (ПОСЛЕ), по сравнению с контрольным вариантом. У курильщиков (ДО) концентрации THS в 100 у.е. количество связанного с гликокаликсом красителя альцианового синего уменьшалось в 2,75 раз по сравнению с контролем.

У некурящих доноров продукты THS вызывали дозозависимое увеличение степени гемолиза клеток: для концентрации 100 у.е. активность гемолиза была в 1,6 раза выше, чем в контроле. У курильщиков в обеих группах продукты THS в исследованных концентрациях не вызывали достоверных изменений осмотической резистентности эритроцитов.

В условиях кратковременного культивирования *in vitro* продукты THS снижали жизнеспособность клеток некурильщиков и курильщиков ДО. Но жизнеспособность эритроцитов первых снижалась в 2,4 раза, а у курильщиков (ДО) в 1,5 раза, по сравнению с контролем. У курильщиков (ПОСЛЕ) несмотря на увеличение активности восстановления МТТ в формазан, не было выявлено достоверных изменений.

* © Максимова О.Р., 2019

После трехчасовой инкубации эритроцитов на среде с продуктами THS в концентрации 100 у. е. численность аномальных форм увеличивалась во всех экспериментальных группах. Но при этом у некурильщиков численность стоматоцитов была меньше, чем у курящих. Известно, что трансформация в различные аномальные морфотипы в значительной степени зависит от структурно-функциональных особенностей мембраны.

На основе полученных результатов можно заключить,

1. В кратковременной культуре эритроцитов *in vitro* эффекты продуктов THS существенно различаются для некурильщиков и курильщиков.

2. Выявленные различия связаны с более высокой жизнеспособностью и повышенной устойчивостью к гемолизу эритроцитов у курильщиков.

3. Выявленные различия эффектов продуктов THS могут быть связаны с адаптивными перестройками клеточных мембран у курильщиков.

Список литературы

1. Эпидемиология и профилактика хронических неинфекционных заболеваний в течение 2 десятилетий и в период социально-экономического кризиса в Россию / В. В. Гафаров, В. А. Пак, И. В. Гагулин [и др.]. Новосибирск, 2000, 284 с.

2. Шальнова С. А. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и показатели ожидаемой продолжительности жизни населения России. М., 1999, 46 с.

3. Quintana P. J., Matt G. E., Chatfield D. [etc] Wipe sampling for nicotine as a marker of third-hand tobacco smoke contamination on surfaces in homes, cars, and hotels // *Nicotine and Tobacco Research*. 2013. 15(9). P. 1555–1563.

4. Chien Y. C., Chang C. P., Liu Z. Z. Volatile organics off-gassed among tobacco-exposed clothing fibers // *Journal of Hazardous Materias*. 2011. P. 139–148.

5. Matt G. E., Quintana P. J., Zakarian J. M. [etc] When smokers move out and non-smokers move in: residential thirdhand smoke pollution and exposure // *Tobacco Control*, 2011, 20(1).

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
«MINOR VARIANT FINDER» ДЛЯ АНАЛИЗА
УРОВНЯ АЛЛЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ
СОМАТИЧЕСКОЙ МУТАЦИЕЙ С.1849 G>T (V617F) В ГЕНЕ JAK2**

И.Е. Маслюкова, А.А. Карнюшка*

Научный руководитель Т.Н. Субботина
кандидат биологических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Введение. JAK2 с.1849 G>T (V617F) – точечная соматическая мутация, которая приводит к конститутивному фосфорилированию JAK2 и активации киназы. Она включена в классификацию ВОЗ и является диагностическим критерием хронических миелопролиферативных неоплазм (ХМН) [1]. Как и для любой другой мутации, для с.1849 G>T (V617F) золотым стандартом определения будет являться секвенирование по Сэнгеру. Однако использование метода Сэнгера для анализа соматических мутаций (с.1849 G>T (V617F) и др.) при онкогематологических заболеваниях связано как со сложностью их количественной оценки, так и с невысокой чувствительностью, ограниченной 15–20 % мутантного аллеля. [2]. В связи с этим требуется поиск более чувствительных молекулярных методов или специализированного программного обеспечения (ПО). «Minor Variant Finder» для генетических анализаторов фирмы Applied Biosystems является ПО для поиска малопредставленных вариантов соматических мутаций и для оценки уровня аллельной нагрузки этих мутаций. Алгоритмы ПО отфильтровывают системный шум в секвенограмме двунаправленного секвенирования. Разработчики акцентируют внимание, что ПО способно обнаружить мутацию при уровне аллельной нагрузки от 5 % [3].

Цель. Цель работы – проверка чувствительности ПО «Minor Variant Finder» посредством определения уровня аллельной нагрузки соматической мутацией с.1849 G>T (V617F) в гене JAK2 у пациентов с диагнозом ХМН.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны образцы ДНК пяти пациентов с диагнозом ХМН, у которых ранее была выявлена мутация с.1849 G>T (V617F) в гене JAK2. Уровень аллельной нагрузки в данных образцах был определен методами пиросеквенирования или ПЦР-РВ и находился в диапазоне от 5 до 35 %. ДНК была выделена из лейкоцитов венозной крови с помощью набора реагентов GeneJET™ (ThermoFisherScientific). Участок гена JAK2 (377bp) амплифицировали используя праймеры JAK2_F (5'-CAAAGCACATTTGTATCCTCA-3') и JAK2_R (5'-AGTCCTACAGTGTTTTCA GT-3') [2]. Продукт ПЦР очищали ExoSAP-IT. Секвенирующую ПЦР с прямого и обратного праймеров и очистку полученного продукта проводили с помощью наборов BigDyeTerminatorv3.1 и BigDyeXTerminator. Пробы под-

* © Маслюкова И.Е., Карнюшка А.А., 2019

вергали капиллярному электрофорезу на генетическом анализаторе 3500. Полученные сиквенсы сравнивали с референсной последовательностью гена JAK2 (NM_004972.3) и контролями для обоих праймеров в программе «Minor Variant Finder» (Applied Biosystems, США) для определения уровня аллельной нагрузки мутации с.1849 G>T (V617F) в 14 экзоне гена JAK2. В качестве контроля была взята ДНК пациента без вышеуказанной мутации.

Результаты. Важно отметить, что ПО «Minor Variant Finder» имеет существенное ограничение и может быть использовано для поиска малопредставленных вариантов соматических мутаций и определения уровня аллельной нагрузки только при анализе однонуклеотидных замен и не может быть использовано в случае indel мутаций. При анализе мутации с.1849 G>T (V617F) в 14 экзоне гена JAK2 указанное ПО удобно использовать как для поиска малопредставленных вариантов, так и для определения уровня аллельной нагрузки данной мутацией. Также для анализа с помощью ПО нужен контроль – ДНК дикого типа, то есть без искомой мутации.

Уровень аллельной нагрузки мутацией с.1849 G>T для исследуемых образцов ДНК при помощи ПО «Minor Variant Finder» для выбранных пациентов представлен в таблице. Данный показатель, определенный ранее пиросеквенированием или ПЦР-РВ, также представлен в таблице.

Таблица

**Уровень аллельной нагрузки с.1849 G>T(V617F)
в 14 экзоне гена JAK2**

Пациент №	Нагрузка в Minor Variant		Нагрузка методом пиросеквенирования или ПЦР-РВ (%)
	forward (%)	reverse (%)	
1	5,1	4,7	5,2
2	11,0	19,1	10,5
3	14,1	17,7	15,7
4	41,2	37,8	35,2
5	12,0	12,8	14,3

Выводы. Из изложенного следует, что заявленная чувствительность «Minor Variant Finder» подтвердилась. Тем самым ПО может быть хорошим дополнением к секвенированию по Сэнгеру при обнаружении однонуклеотидных замен и оценки уровня аллельной нагрузки соматической мутации с.1849 G>T (V617F) в 14 экзоне гена JAK2.

Список литературы

1. Wu Z., Yuan H., Zhang X. [et al.] Development and inter-laboratory validation of unlabeled probe melting curve analysis for detection of JAK2 V617F mutation in polycythemia vera // PLoS One. 2011. 6(10).

2. Wu Z., Zhang Y., Zhang X. [et al.] A multiplex snapback primer system for the enrichment and detection of JAK2 V617F and MPL W515L/K mutations in Philadelphia-negative myeloproliferative neoplasms // Biomed Res Int. 2014.

3. Minor Variant Finder Software. URL: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/A30835>.

ЭКСПРЕССИЯ CD38 И ОКСИТОЦИНА В МИНДАЛИНЕ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ АУТИЗМОМ

Ю.А. Панина, Г.А. Бабарыкин, К.О. Шишелова*

Научный руководитель Н.А. Малиновская

доктор медицинских наук

Научный руководитель А.Б. Салмина

доктор медицинских наук, профессор

*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

Расстройства аутистического спектра (РАС) – нарушение развития нервной системы, которое характеризуется ограниченным и повторяющимся поведением и дисфункцией социального взаимодействия [1]. Окситоцин является пептидным гормоном, который вырабатывается в паравентрикулярном ядре гипоталамуса, а затем поступает и депонируется в задней доле гипофиза. Различают центральную и периферическую секрецию данного нейропептида. Недостаточность центральной секреции окситоцина связывают с развитием расстройств аутистического спектра [2, 3]. Выявлена роль CD38 в секреции окситоцина, в том числе при РАС, при расстройстве экспрессии кодирующего его гена в клетках гипоталамо-гипофизарной системы могут развиваться отдельные формы аутизма, ассоциированные со снижением центральной и периферической секреции окситоцина [4].

Объектом исследования стали крысы линии Wistar в возрасте 90 суток с моделью экспериментального аутизма (пренатальное введение вальпроевой кислоты) и контрольная группа, в каждой группе по восемь животных. Эффективность создания модели подтверждалась тестами на социальное взаимодействие и стереотипное поведение (аутогруминг, рытье подстилки), далее животные подвергались эвтаназии и осуществлялся забор головного мозга. Выделение миндалина головного мозга для определения концентрации окситоцина проводилось в соответствии с расположением согласно стереотаксическому атласу [5], полученные образцы замораживали при -80°C для хранения. Экспрессию CD38 в миндалине головного мозга оценивали по стандартному протоколу иммуногистохимии, проводился подсчет числа CD38-позитивных клеток в поле зрения. Оценка уровня окситоцина проводилась методом ИФА и выражалась в пг/мл. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы Statplus Professional, были использованы методы описательной статистики, тест Манна – Уитни, различия принимали значимыми при $p \leq 0,05$. Данные представлены в виде: Me (Q1...Q3), где Me – медиана, Q1...Q3 – межквартильный размах.

В результате исследования было выявлено значимое ($p < 0,01$) увеличение числа CD38-экспрессирующих клеток в миндалине головного мозга в группе

* © Панина Ю.А., Бабарыкин Г.А., Шишелова К.О., 2019

животных с экспериментальной моделью аутизма (10,5 (9,5...12,25)) в сравнении с контролем (1,5 (0,75...2,5)). В это же время, содержание окситоцина в исследуемом регионе головного мозга в экспериментальной группе значимо ($p < 0,05$) ниже (0,27 (0,16...0,36) пг/мл), чем у контрольных животных (1,1 (0,58...2,16) пг/мл).

Выводы: в ходе эксперимента было обнаружено разнонаправленное изменение экспрессии CD38 и концентрации окситоцина при сравнении контрольных животных с экспериментальной моделью аутизма.

Автор выражает благодарность доктору биологических наук О. Л. Лопатиной за помощь в постановке ИФА для определения уровня окситоцина. Исследование выполнено при поддержке гранта фонда содействия инновациям УМНИК «Разработка технологии оценки эффективности терапии при аутизме с использованием молекул-маркеров» (Н2).

Список литературы

1. Freeman S., Palumbo M., Lawrence R. [et al.] Effect of age and autism spectrum disorder on oxytocin receptor density in the human basal forebrain and midbrain // *Translational Psychiatry*. 2018. Vol. 8, № 257. P. 1–11.
2. Higashida H., Yokoyama S., Munesue T. [et al.] CD38 gene knockout juvenile mice: a model of oxytocin signal defects in autism // *Biol. Pharm. Bull.* 2011. Vol. 34, № 9. P. 1369–1372.
3. Dai Yu., Zhang H., Schön M. [et al.] Neonatal Oxytocin Treatment Ameliorates Autistic-Like Behaviors and Oxytocin Deficiency in Valproic Acid-Induced Rat Model of Autism // *Front Cell Neurosci.* 2018. Vol. 12. P. 1–15.
4. Higashida H., Lopatina O., Yoshihara T. [et al.] Oxytocin signal and social behaviour: comparison among adult and infant oxytocin, oxytocin receptor and CD38 gene knockout mice // *J. Neuroendocrinol.* 2010. Vol. 22, № 5. P. 373–379.
5. Paxinos G., Watson C. *The Rat Brain in Stereotaxic Coordinates*. 4 ed. San Diego : Academic Press, 1998. 474 p.

**ПОЛИМОРФИЗМЫ АССОЦИИРОВАННЫХ С АГРЕССИЕЙ ГЕНОВ,
РЕГУЛИРУЮЩИХ СЕРТОНИНЕРГИЧЕСКИЙ ОБМЕН,
НЕ СВЯЗАНЫ С РИСКОМ ПСИХИЧЕСКИХ
ПОБОЧНЫХ ЭФФЕКТОВ ЛЕВЕТИРАЦЕТАМА**

А.А. Усольцева*

Научный руководитель Д.В. Дмитренко
доктор медицинских наук, доцент
Научный руководитель С.Н. Зобова
кандидат медицинских наук

*Красноярский государственный медицинский университет
им. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

Леветирацетам (ЛЕВ) – один из противоэпилептических препаратов (ПЭП) «нового» поколения, который показал свою эффективность в моно- и политерапии различных форм эпилепсии. Однако на фоне приема леветирацетама в 30 % случаев регистрируются клинически значимые нежелательные побочные реакции (НПР) со стороны ЦНС: поведенческие и когнитивные (раздражительность, агрессивное, враждебное и импульсивное поведение). Это приводит к нарушению социальной активности пациента и в большинстве случаев к отмене эффективного ПЭП [1].

Согласно механизмам развития НПР, большинство из них обусловлены фармакологической активностью лекарственного средства, токсичностью, особенно при использовании высоких доз. Леветирацетам имеет фармакодинамику, отличную от других ПЭП, не метаболизируется в печени, не ингибирует активность печеночных ферментов [1–3], выводится из организма почками [1–3]. Исследования НПР со стороны ЦНС на фоне приема леветирацетама немногочисленны, что и побудило нас к проведению настоящего исследования.

Цель: определить механизмы нежелательных побочных реакций со стороны ЦНС на фоне приема леветирацетама.

Материалы и методы: обследовано 99 пациентов (36 мужчин и 63 женщины) с различными формами эпилепсии (31,3 % с фокальной, 49,5 % с генерализованной и 19,2 % с комбинированной эпилепсией), средний возраст 28 лет [5, 71]. Все пациенты были разделены на две группы по наличию побочных лекарственных реакций (НПР) на фоне лечения ЛЕВ: 30 пациентов (30,3 %) с НПР в группе 1 и 69 (69,7 %) пациентов без НПР в группе 2. Концентрацию ЛЕВ в сыворотке крови измеряли через 2 ч после приема препарата (терапевтический мониторинг препарата – ТЛМ). Поведенческая оценка проводилась с помощью шкалы импульсивности Барратт (BIS-11). Проведено генотипирование ОНП, расположенных в генах, регулирующих серотонинергический обмен (rs6295 (5-гидрокситриптамина 1A рецептора, HTR1A), rs6311 (5-гидрокситриптамина 2A рецепторов HTR2A) и гаплотипов rs1799913 и

* © Усольцева А.А., 2019

rs1800532 (триптофан гидроксилазы 1, TRH1)) с использованием технологии TaqMan, количественной ПЦР в реальном времени.

Результаты: в обеих группах сравнения изучалась взаимосвязь между развитием НПР, суточной дозой, ТЛМ и генетическими вариантами. Значимые различия не были обнаружены ни в средние значения суточной дозы ($820,2 \pm 81,2$ мг группа 1 $725,0 \pm 44,1$ мг группа 2; $p > 0,05$), ни в средних значениях ТЛМ ($21,4 \pm 1,9$ мкг/л и $19,1 \pm 1,1$ мкг/л для групп 1 и 2, соответственно; $p > 0,05$). Побочные эффекты ЦНС включали беспокойство, галлюцинации, сонливость, агравацию эпилептических приступов, агрессию, раздражительность, повышенную возбудимость и снижение эффективности. Мы не обнаружили существенных различий в распределении генотипов, а также соответствующих медианных значений BIS-11 для ОНП rs6295, rs6311, rs1799913 и rs1800532 между двумя группами ($p > 0,05$).

Вывод: исследование, проведенное на сибирских пациентах с эпилепсией, показало, что генетические модуляции в серотонергическом обмене, относящиеся к поведению, ассоциированные с гневом и агрессией, не были связаны с НПР со стороны ЦНС на фоне приема ЛЕВ.

Список литературы

1. Helmstaedter C. [et al.] Genetic variation in dopaminergic activity is associated with the risk for psychiatric side effects of levetiracetam // *Epilepsia*. 2013. 54(1). С. 36–44.
2. Калинин В. В. Препарат леветирацетам (кепра) в эпилептологии // *Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова*. 2007. № 3. С. 74–77.
3. Лебедева А. В., Неменов Д. Г. Возможности применения Кепры (леветирацетама) при различных неврологических заболеваниях // *Журнал неврологии и психиатрии*. 2008. Т. 108, № 52. С. 49–57.

АНАЛИЗ АССОЦИАЦИЙ ПОЛИМОРФИЗМОВ В ГЕНАХ CAT, PON2, NCL, HSPA1L, PCDH15 С РИСКОМ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ БИОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫМ МЕТОДОМ*

А.Д. Юшкова[†]

Научный руководитель Л.А. Франк
доктор биологических наук

Сибирский федеральный университет

По данным Роспотребнадзора, каждый пятый работающий подвергается воздействию производственного шума, и число ежегодно выявляемых случаев профессиональной нейросенсорной тугоухости растет. Особое социальное значение проблемы связано с тем, что профессиональная тугоухость развивается в основном среди лиц трудоспособного возраста (42–49 лет) при стаже работы 10–14 лет и нередко ведет к инвалидизации [1]. В этом аспекте задача выявления генетической предрасположенности к этому заболеванию является актуальной.

Мишенями для выполнения данной задачи были выбраны однонуклеотидные полиморфизмы (SNP), для которых по литературным данным установлена достоверная ассоциация с нейросенсорной тугоухостью, вызванной шумом, в европейской и азиатской популяциях [2, 3]: rs 494024 в гене каталазы (CAT) и rs 7785846 в гене параоксоназы-2 (PON2), входящих в группу белков окислительного стресса; rs 7598759 в гене нуклеолина (NCL), фосфопротеина, являющегося посредником антиапоптозного эффекта белков теплового шока; rs 2227956 в гене белка теплового шока (HSPA1L) и rs 7095441 в гене протокадгерина (PCDH15), одного из ключевых белков, вовлеченных в поддержание калиевого гомеостаза и формирование межклеточных контактов.

Полиморфизм выявляли с помощью разработанного ранее билюминесцентного способа выявления однонуклеотидных полиморфизмов [4]. Принцип этого способа представлен на рис. 1. Он включает три основных этапа: 1) реакцию ПЦР для синтеза ДНК фрагментов, фланкирующих полиморфный сайт; 2) реакцию удлинения специфичных по 3'-концу праймеров (PEXT), несущих соответствующую якорную группу на 5'-конце (FAM – 6-карбоксихлорофлуоресцеин, A₂₇ – олигоаденилат); 3) выявление продуктов PEXT-реакции с помощью твердофазного билюминесцентного анализа. Критерием для определения генотипа является значение дискриминационного фактора D, равного соотношению билюминесцентных сигналов репортеров, связанных с соответствующими аллеля-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 16-44-242097.

[†] © Юшкова А.Д., 2019

ми гена. Значения D для разных вариантов генотипов отличались на порядок и более, что определяет достоверность проведенного анализа.

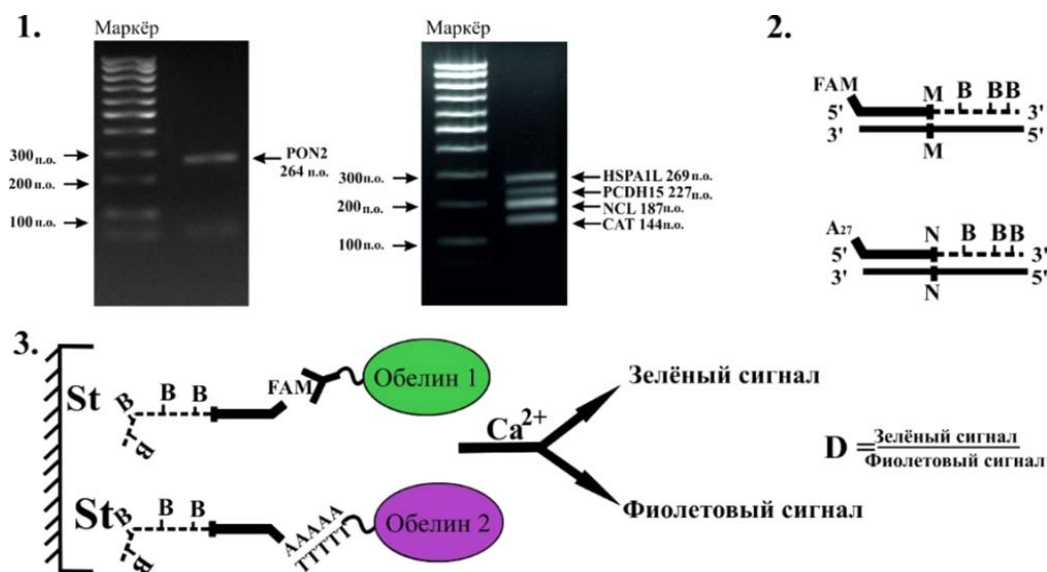


Рис. 1. Биолуминесцентный способ выявления однонуклеотидных полиморфизмов

В исследовании принимали участие проанкетированные и аудиометрически обследованные 288 человек, работающих в цеху. Показано, что выбранные однонуклеотидные замены rs 7785846 в гене PON2, rs 7598759 в гене NCL, rs 2227956 в гене HSPA1L и rs 7095441 в гене PCDH15 не ассоциированы с риском развития профессиональной нейросенсорной тугоухости. Для SNP rs 494024 в гене CAT, а также одновременного носительства исследуемых полиморфизмов в генах CAT и NCL обнаружена ассоциация с риском развития нарушения слуха для работников, имеющих стаж от 5 до 16 лет в условиях повышенного шума (рис. 2).

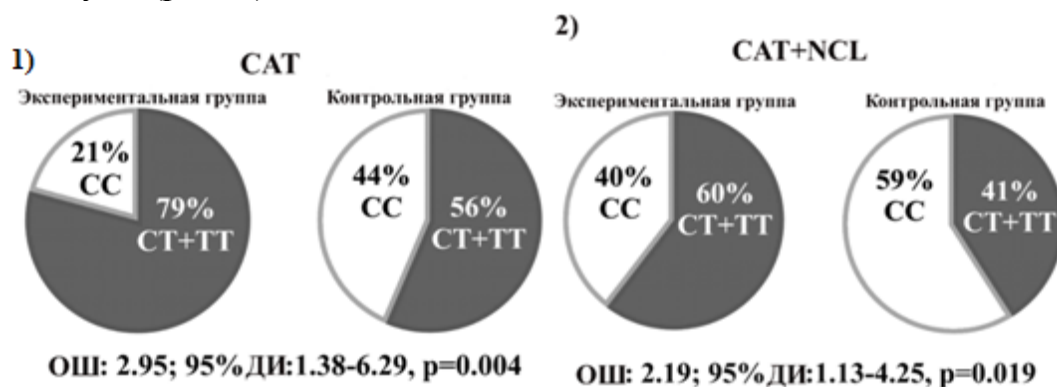


Рис. 2. Частота генотипов в экспериментальной и контрольной группах:
 1) SNP rs 494024 в гене CAT; 2) одновременное носительство SNPs rs 494024 и rs 7598759 в генах CAT и NCL.

Таким образом, разработанный способ биолуминесцентного анализа по выявлению однонуклеотидных полиморфизмов позволяет проводить надежное и быстрое генотипирование. Поскольку исследуемая выборка была сравнитель-

но небольшой, целесообразно проведение дополнительных исследований для изучения обнаруженных ассоциаций.

Список литературы

1. Панкова В. Б., Синева Е. Л., Преображенская Е. А. Проблемы диагностики и экспертизы трудоспособности при профессиональной тугоухости // Вестник оториноларингологии. 2009. № 6. С. 30–33.
2. Красицкая В. В., Башмакова Е. Е., Добрецов К. Г. Генетические аспекты профессиональной нейросенсорной тугоухости // Вестник оториноларингологии. 2017. 82 (5). С. 15–76.
3. Li X., Cao J., Wang J., Song H., Ji G., Dong Q., Wei C., Cao Y., Wang B., Zhu B., Xiao H. PON2 and ATP2B2 gene polymorphisms with noise-induced hearing loss. // J. Thorac. Dis. 2016. 8 (3). С. 430–438.
4. Красицкая В. В., Субботина Т. Н., Ольховский И. А. [и др.] Определение мутации Лейдена методом ферментативного удлинения аллель-специфичного праймера с двойной биолюминесцентной детекцией // Клиническая лабораторная диагностика. 2013. № 12. С. 39–40.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО ОЗОНА В ЛЕЧЕНИИ РАСПРОСТРАНЕННОГО ПЕРИТОНИТА

И.С. Якимов, Г.В. Якубович*

Научный руководитель Ю.С. Винник
доктор медицинских наук, профессор

*Красноярский государственный медицинский университет
им. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

В последнее время в различных областях медицины все более широко применяется метод озонотерапии [1]. Использование озона в хирургии повышает эффективность и качество лечения больных хирургического профиля [1, 2]. Бактерицидный и бактериостатический эффекты озона позволяют добиваться значимых результатов в лечении такого грозного заболевания, как распространенный перитонит. Следует также отметить, что с появлением высокотехнологичных мобильных озонаторов возрастает возможность применения озона в рутинной практике различных лечебных учреждений [3].

Цель нашего исследования заключалась в обосновании эффективности применения газообразного озона высокой концентрации при распространённом перитоните у экспериментальных животных и у больных в клинике.

Материалы и методы

Экспериментальная часть работы проводилась на крысах линии Wistar со средней массой тела $210,0 \pm 35,0$ г. Исследования выполнялись согласно принципам Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (Страсбург, 1986).

Все животные были распределены на три группы: первая группа – интактные животные, контрольная группа ($n = 30$). Во второй группе, включающей 30 крыс линии Wistar, производилось моделирование распространенного перитонита. В послеоперационном периоде в брюшную полость ежедневно однократно вводилось 3 ml 1 % раствора диоксида. В третьей группе ($n = 30$) моделировался распространенный перитонит, в послеоперационном периоде в брюшную полость ежедневно вводилось 3 ml озono-кислородной смеси с концентрацией озона 80 мг/л.

Модель перитонита выполнялась следующим образом: после обработки операционного поля 0,5 % спиртовым раствором хлоргексидина производилась нижнесрединная лапаротомия, накладывалась лигатура на купол слепой кишки, туда же вводилось 2 ml хлористого кальция. Операционная рана послойно ушивалась.

Все оперативные вмешательства проводились под общей анестезией. Для препарата наркоза использовали «Золетил 100» по общепринятой схеме: 0,4 мг на 100 г. тела животного внутримышечно. Глубину наркоза оценивали по ис-

* © Якимов И.С., Якубович Г.В., 2019

чезновению реакции на болевые раздражители (укол лапы животного, раздражение рецепторов на языке механическим путем). Выведение экспериментальных животных из исследования проводили путем передозировки средства для наркоза в соответствии с п. 8 «Правила гуманного обращения с лабораторными животными».

С целью сравнения групп была проведена оценка параметров окислительного стресса, в ходе хемилюминесцентных реакций с люминолом. Оценка проводилась по функциональной активности клеток крови и ядерных клеток различных органов животных, генерирующих активные формы кислорода (АФК). Для анализа брались: цельная кровь, селезенка, печень и перитонеальная жидкость. Окислительные реакции регистрировали в течение 90 минут при температуре +37 °С (на аппаратном комплексе «Хемилюминометр CL 3604 ПЭВМ»).

Для клинического исследования было отобрано 46 пациентов в возрасте от 18 до 75 лет. В большинстве случаев (23 %) причиной распространенного перитонита явился острый аппендицит. Пациенты были распределены на две группы, сопоставимые по полу и возрасту: первая группа (n = 23) – (контрольная). Пациенты получали традиционное лечение, лаваж брюшной полости осуществлялся раствором диоксида. Во второй группе (n = 22) пациентам на фоне проводимого традиционного лечения в брюшную полость вводилась озонкислородная смесь с концентрацией озона 80 мг/л.

Для оценки эффективности озонотерапии применялся: микробиологический и общеклинический методы; биохемилюминесцентный анализ с определением люциферазного индекса на биохемилюминометре «БХЛ-3606М».

Полученные результаты были обработаны стандартными прикладными программами для статистической обработки Microsoft Office Excel 2010. Для всех показателей определялись средние значения (M) и стандартное отклонение (s). Для оценки достоверности использовался статистический критерий Стьюдента (t). Различия между показателями считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты

Величина максимальной активности хемилюминесцентной реакции клеток цельной крови (I_{max} , имп./с) у крыс с моделированным перитонитом при спонтанной реакции статистически достоверно не отличалась между группами, получившими традиционное лечение и озонотерапию. Данный показатель при активации реакции люминолом превышал уровень во второй группе в сравнении с третьей в 5,8 раз. Следует отметить, что время достижения максимума реакции увеличилось до 76 ± 9 мин в группе с традиционным лечением и превышало аналогичный показатель третьей группы в 11,6 раз. Выросла и площадь хемилюминограммы как при спонтанной, так и при активированной реакциях (до $1,02 \pm 0,79$; $5,77 \pm 0,2$ соответственно) во второй группе с традиционным лечением. Данная площадь была достоверно ниже в третьей группе, где применялась озонотерапия. Сходные тенденции прослеживались и среди хемилюми-

нограмм ядерных клеток печени, селезенки и перитонеальной жидкости экспериментальных животных.

Возрастание величины максимальной активности хемилюминесцентной реакции в тканях ряда органов, активированных люминолом у крыс с моделью перитонита, говорит об повышении активности клеток, изменении уровня свободно-радикального окисления и возникновении очага воспаления. Увеличение значения T_{max} , мин. и отклонение хемилюминесцентной кривой вправо свидетельствует о недостаточности антиоксидантной системы, позднем включении ее в реакции гашения АФК.

В клиническом исследовании получены следующие результаты: у пациентов второй группы, получающих озонотерапию совместно с традиционным лечением, при сравнении с контрольной группой выявлено снижение степени обсемененности перитонеальной жидкости собственно после санации и спустя 12 ч после санации до средних чисел; достоверно снижался люциферазный индекс (ЛИ) (контроль – $1,95 \pm 0,41$; вторая группа – $0,975 \pm 0,285$); уменьшилось среднее количество saniрующих операций на одного больного; снизились общее количество осложнений (контроль – 68 %, вторая группа – 19 %) и летальность (контроль – 13 %, вторая группа – 9 %).

Таким образом, применение высококонцентрированного газообразного озона в комплексном лечении пациентов с распространенным перитонитом при сравнении с традиционными методами лечения позволяет уменьшить частоту послеоперационных осложнений, среднее количество saniрующих операций, снизить летальность. Озонотерапия является доступным, эффективным методом в лечении больного хирургического профиля. Требуется более активное применение озона в лечение больных с хирургической патологией.

Список литературы

1. Абдрашитова Н. Ф. Влияние длительного воздействия озона на функциональную активность фагоцитов человека // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2000. № 9. С. 333–335.
2. Алехина С. П. Озонотерапия: клинические и экспериментальные аспекты. Нижний Новгород : Литра, 2003. С. 250.
3. Bocci V. Oxygen/ozone as a medical gas mixture. A critical evaluation of the various methods clarifies positive and negative aspects // Medical Gas Research. 2011. С. 1–6.

Прикладная математика и информатика

**ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ
ТРЕХМЕРНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ
С ЧАСТИЧНО ЛИНЕЙНЫМ ПОЛЕМ СКОРОСТЕЙ**

А.А. Азанов*

Научный руководитель В.К. Андреев
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В работе рассматриваются специальные трехмерные движения уравнений Обербека – Буссинеска, поле скорости, движения и температуры которых имеет вид [1]:

$$\begin{aligned} u^1(x, y, z, t) &= (f(z, t) + h(z, t))x, & u^2(x, y, z, t) &= (f(z, t) - h(z, t))y, \\ u^3(x, y, z, t) &= -2 \int_0^z f(\xi, t) d\xi, & p(x, y, z, t) &= \bar{p}(x, y, z, t) - \rho gz, \\ T(x, y, z, t) &= a(z, t)x^2 + c(z, t)y^2 + \theta(z, t). \end{aligned} \quad (1)$$

После подстановки (1) в систему Обербека – Буссинеска и анализа на совместность получим нелинейную систему параболических уравнений относительно функций $f(z, t)$, $h(z, t)$, $a(z, t)$, $c(z, t)$, $\theta(z, t)$:

$$\begin{aligned} a_t + 2a(f + h) - 2 \int_0^z f(\xi, t) d\xi a_z &= \chi a_{zz}, \\ c_t + 2c(f - h) - 2 \int_0^z f(\xi, t) d\xi c_z &= \chi c_{zz}, \\ \theta_t - 2 \int_0^z f(\xi, t) d\xi \theta_z &= 2\chi(a + c) + \chi\theta_{zz}, \\ f_t + f^2 + 2fh - 2f_z \int_0^z f(\xi, t) d\xi &= \nu f_{zz} - \beta g \int_0^z [a(\xi, t) + c(\xi, t)] d\xi + n_1(t), \\ h_t + h^2 + 2fh - 2h_z \int_0^z f(\xi, t) d\xi &= \nu h_{zz} - \beta g \int_0^z [a(\xi, t) - c(\xi, t)] d\xi + n_2(t), \end{aligned} \quad (2)$$

При этом давление, так же как и температура, есть квадратичная функция x и y . Будем интерпретировать формулы (1) как конвективное движение жидкости между твердыми стенками $z = 0$, $z = l$, тогда на них должны быть выполнены условия прилипания и задания температуры, причем температура на них в точке $x = 0$, $y = 0$, имеет экстремальные значения, зависящие от времени. Граничные условия для функций (z, t) , $h(z, t)$, $a(z, t)$, $c(z, t)$, $\theta(z, t)$ примут вид

$$\begin{aligned} f(0, t) = f(l, t) = 0, & \quad h(0, t) = h(l, t) = 0, & \quad \int_0^l f(\xi, t) d\xi = 0; \\ a(0, t) = a_1(t), & \quad b(0, t) = b_1(t), & \quad c(0, t) = c_1(t), & \quad \theta(0, t) = 0, \\ a(l, t) = a_2(t), & \quad b(l, t) = b_2(t), & \quad c(l, t) = c_2(t), & \quad \theta(l, t) = 0, \end{aligned} \quad (3)$$

Замечание Условия

* © Азанов А.А., 2019

$$\int_0^l f(\xi, t) d\xi = 0, \int_0^l h(\xi, t) d\xi = 0$$

фактически означают, что движение по x и y рассматривается в некоторой кювете, то есть в ограниченной области.

Возникающая начально-краевая задача является обратной, поскольку градиенты давлений вдоль осей x и y должны находиться вместе с указанными выше функциями. В системе (2) «вычеркнем» все нелинейные слагаемые. Основанием для этого является то, что рассматриваются медленные конвективные течения, то есть число Рейнольдса предполагается малым, при этом система (2) становится линейной (система Стокса).

$$\begin{aligned} a_t &= \chi a_{zz}, & c_t &= \chi c_{zz}, & \theta_t &= \chi \theta_{zz} + 2\chi(a + c), \\ h_t &= \nu h_{zz} - \beta g \int_0^z (a(\xi, t) - c(\xi, t)) d\xi + n_1(t), \\ f_t &= \nu f_{zz} - \beta g \int_0^z (a(\xi, t) + c(\xi, t)) d\xi + n_2(t), \end{aligned} \quad (4)$$

Для нее найдено стационарное решение вида $a^s(z)$, $c^s(z)$, $f^s(z)$, $h^s(z)$, n_1^s , n_2^s , причем функции являются полиномами, а n_1^s , n_2^s – постоянными.

Нестационарное решение системы (4) с граничными условиями (3) находится при помощи операционного метода, а именно интегрального преобразования Лапласа [2]. Метод сводит решение поставленной нестационарной задачи с частными производными к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений. В образах по Лапласу нестационарное решение будет иметь следующий вид

$$\begin{aligned} \hat{a}(z, s) &= \frac{\hat{a}_2(s)}{sh(ql)} sh(qz) + \frac{\hat{a}_1(s) sh(q(l-z))}{sh(ql)} + \frac{q}{s} \left[\frac{sh(qz)}{sh(ql)} \int_0^l a_0(\xi) sh(q(l-\xi)) d\xi - \right. \\ &\quad \left. - \int_0^z a_0(\xi) sh(q(z-\xi)) d\xi \right], \\ \hat{c}(z, s) &= \frac{\hat{c}_2(s)}{sh(ql)} sh(qz) + \frac{\hat{c}_1(s) sh(q(l-z))}{sh(ql)} + \frac{q}{s} \left[\frac{sh(qz)}{sh(ql)} \int_0^l c_0(\xi) sh(q(l-\xi)) d\xi - \right. \\ &\quad \left. - \int_0^z c_0(\xi) sh(q(z-\xi)) d\xi \right], \\ \hat{\theta}(z, s) &= \frac{2}{q} \left[\frac{sh(qz)}{sh(ql)} \int_0^l (\hat{a}(\xi, s) + \hat{c}(\xi, s)) sh(q(l-\xi)) d\xi - \int_0^z (\hat{a}(\xi, s) + \hat{c}(\xi, s)) sh(q(z-\xi)) d\xi \right], \\ \hat{h}(z, s) &= c_4 sh(pz) + \frac{\beta gp}{s} \int_0^z \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) - \hat{c}(\eta, s)) sh(p(z-\xi)) d\eta d\xi - \frac{\hat{n}_1(s)}{s} [ch(pz) - 1], \end{aligned}$$

где

$$c_4 = -\frac{\beta gp}{s \operatorname{sh}(pl)} \int_0^l \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) - \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi + \frac{\hat{n}_1(s)}{s \operatorname{sh}(pl)} [\operatorname{ch}(pl) - 1],$$

$$\hat{n}_1(s) = \frac{\beta gp}{sr} \left[\int_0^l \int_0^z \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) - \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi dz - \right. \\ \left. - \frac{1}{p} \frac{\operatorname{ch}(pl) - 1}{\operatorname{sh}(pl)} \int_0^l \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) - \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi \right],$$

$$\hat{f}(z, s) = c_5 \operatorname{sh}(pz) + \frac{\beta gp}{s} \int_0^z \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) + \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(z - \xi)) d\eta d\xi - \frac{\hat{n}_2(s)}{s} [\operatorname{ch}(pz) - 1],$$

где

$$c_5 = -\frac{\beta gp}{s \operatorname{sh}(pl)} \int_0^l \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) + \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi + \frac{\hat{n}_2(s)}{s \operatorname{sh}(pl)} [\operatorname{ch}(pl) - 1],$$

$$\hat{n}_2(s) = \frac{\beta gp}{sr} \left[\int_0^l \int_0^z \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) + \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi dz - \right. \\ \left. - \frac{1}{p} \frac{\operatorname{ch}(pl) - 1}{\operatorname{sh}(pl)} \int_0^l \int_0^\xi (\hat{a}(\eta, s) + \hat{c}(\eta, s)) \operatorname{sh}(p(l - \xi)) d\eta d\xi \right].$$

Указаны условия распределения температур на стенках, при которых с ростом времени решение выходит на полученный стационарный режим.

Список литературы

1. Andreev V. K. and etc. Mathematical Models of Convection. Walter de Gruyter GmbH & Co. KG, Berlin/Boston, 2012. 417 p.
2. Лаврентьев М. А., Шабат Б. В. Методы Теории Функций Комплексного Переменного. 4-е изд., перераб. и доп. М. : Наука, 1973. 749 с.

О ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АВТОРСТВА ТЕКСТОВ**А.В. Брестер***Научный руководитель И.В. Баранова
кандидат физико-математических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

Кластерный анализ представляет собой раздел статистического анализа данных, объединяющий методы разбиения (группировки) множества объектов на однородные группы, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из схожих объектов, а объекты разных кластеров существенно отличались [1].

В данной работе рассматривается одна из востребованных задач кластерного анализа – задача определения (идентификации) авторства текста. Под данной задачей понимается установление авторства текста неустановленного автора с помощью выделения особенностей авторского стиля и сравнения этих особенностей с другими произведениями, авторство которых известно.

Постановка задачи идентификации авторства текста

Формулировка задачи идентификации авторства текста выглядит следующим образом: имеется множество текстов $T = \{t_1, \dots, t_k\}$ и множество авторов $A = \{a_1, \dots, a_k\}$. Пусть для некоторого подмножества текстов $T' = \{t_1, \dots, t_k\} \subseteq T$ авторы известны $D = \{t_i, a_j\}_{i=1}^m$. Необходимо установить, кто из множества A является истинным автором остальных текстов $T'' = \{t_{m+1}, \dots, t_k\} \subseteq T$.

Существует значительное количество методов анализа стиля текста. В целом их можно разделить на две большие группы: экспертные и формальные. Экспертные методы предполагают исследование текста профессиональным лингвистом – экспертом. Под формальными методами понимаются методы теории вероятностей, математической статистики, алгоритмы кластерного анализа, нейронные сети, деревья решений и генетические алгоритмы.

**Решение задачи идентификации авторства текста
с помощью плотности функции распределения**

В 2010 г. Ю. Н. Орловым и К. П. Осмининым был предложен статистический метод определения автора и жанра текста, основанный на распределении частот буквосочетаний (n-грамм) [1, 2]. В качестве характеристики близости авторы предложили использовать плотность функции распределения (ПФР) буквосочетаний из трех подряд идущих символов (3-грамм). ПФР определяется как совокупность эмпирических частот встречаемости букв или их сочетаний.

* © Брестер А.В., 2019

При анализе текста с помощью ПФР не учитываются вхождения знаков препинания, пробелов и цифр.

Задача идентификации автора неизвестного текста в терминах ПФР формулируется следующим образом.

Дан некоторый набор текстов, в котором содержатся произведения A известных авторов. Пусть K_a – количество произведений α -го автора. $N_{i,a}$ – количество символов в i -м произведении α -го автора, $i = 1, \dots, K_a$. Все тексты в данном наборе будут представлены в виде ПФР. ПФР текста, объем которого равен $N_{i,a}$, задается как множество значений $f_{i,a}(j) = \frac{k_j}{N_{i,a}}$ (k_j – число встречаемости n -граммы под номером j).

Аргумент $j = 1, \dots, \alpha(n, M)$ соответствует номеру буквосочетания (n -граммы) при алфавитном упорядочивании, где M – мощность алфавита языка, на котором написан текст, n – порядок n -граммы, то есть количество символов в буквосочетании. $\alpha(n, M) = M^n$ – число n -грамм в данном алфавите. Каждый автор отождествляется с средневзвешенной ПФР его текстов, которая задается по формуле

$$F_a(j) = \frac{1}{N_a} \sum_{i=1}^{K_a} f_{i,a} N_{i,a}$$

$$N_a = \sum_{i=1}^{K_a} N_{i,a}$$

В качестве метрики расстояния используется норма в пространстве суммируемых функций. Так, например, расстояние $\rho_{0,a}$ между ПФР неизвестного текста f_0 и какой-либо авторской ПФР F_a будет вычислено по формуле

$$\rho_{0,a} = \|f_0 - F_a\| = \sum_{j=1}^{\alpha(n,M)} |f_0(j) - F_a(j)|$$

Тогда авторство рассматриваемого текста будет отдано тому автору, расстояние до ПФР которого будет наименьшим.

Решение задачи с помощью выделения вектора характеристик

Представим текстовый документ в виде модели «мешка слов». Пусть множество $\{D = (d_1, \dots, d_{|D|})\}$ – множество всех текстовых документов, k – заданное число кластеров, на которое требуется разбить множество D . Требуется задать функцию расстояния на множестве документов

$$\rho(d_1, d_{|D|}) : D \times D \rightarrow \mathcal{R}_+$$

и провести кластеризацию текстовой коллекции. В качестве меры близости текстов, представленных векторами значений признаков, обычно используется скалярное произведение векторов.

Перед проведением кластеризации проводится предварительная обработка текстов – из них удаляются стоп-слова и слова, встречающиеся не более одного раза в тексте, как шумовые составляющие. *Стоп-слова* представляют собой слова, знаки или символы, которые не несут никакой самостоятельной смысловой нагрузки. К ним относятся союзы, местоимения, предлоги, частицы, междометия, указательные слова, цифры, знаки препинания, вводные слова, а также некоторые существительные, глаголы и наречия.

Далее представим каждый преобразованный документ в виде вектора:

$$d_i(n(d_i, w_1) \dots n(d_i, w_j) \dots n(d_i, w_w))$$

где $n(d_i, w_j)$ – число вхождений слова $w_j \in W$ в текст d_i .

Затем вводится расстояние между документами d_j и d_i как расстояние между векторами. Чаще всего в качестве функции расстояния используется евклидово расстояние.

Практическая задача определения авторства текста

В работе решалась следующая практическая задача определения авторства текста. Имелось четыре текста двух различных авторов. Каждый текст представлялся набором слов.

Было разработано программное обеспечение, реализующее работу метода К-средних. Основная идея данного алгоритма заключается в том, что на каждой итерации пересчитывается центроид для каждого кластера текстов. Затем элементы разбиваются на кластеры вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике расстояния. Алгоритм завершается, когда не происходит изменений в центроидах.

На вход программе подавался новый текст, для которого определялась близость по стилю к каждому из авторов. Близость текстов определялась с помощью метрики чистоты (Purity Measure) и евклидовой метрики.

Пусть $Q = (q_1, q_2, \dots, q_k)$ – набор кластеров, $C = (1, 2, \dots, j)$ – набор классов (текстов авторов), N – число кластеризируемых текстов:

$$purity(Q, C) = \frac{1}{N} \sum_k \max_j |q_k \cap c_j|$$

В работе также было выполнено сравнение результатов решения задачи, полученных рассмотренными методами: статистическим методом на основе ПФР и модели «мешка слов».

Список литературы

1. Воронцов К. В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. М. : МГУ, 2007. 18 с.

2. Орлов Ю. Н., Осминин К. П. Определение жанра и автора литературного произведения статистическими методами // Прикладная информатика. 2010. № 2. С. 95–108.

3. Орлов Ю. Н., Осминин К. П. Методы статистического анализа литературных текстов. М. : Либроком, 2017. 310 с.

О РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

И.В. Вахрамеев*

Научный руководитель В.К. Андреев
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Течение между двумя соосными цилиндрами

Даны два цилиндра с радиусами a и b ($a < b$). Цилиндры равномерно вращаются с угловыми скоростями ω_1 и ω_2 . Необходимо найти течения, линиями тока которого будут окружности с центром на общей оси цилиндров. Течение инвариантно повороту вокруг и трансляции вдоль этой оси.

Рассмотрим следующее реологическое определение обобщенной ньютоновской жидкости: $\tau' = \tau = 2\eta(S)\mathbf{D}$ (1), где параметр S имеет размерность квадрата частоты и определяется для жидкостей с постоянной плотностью ($\rho = \text{const}$): $S = -4II_D = 2\mathbf{D}:\mathbf{D}$.

Описать движение вязкой жидкости позволяет уравнение Навье – Стокса:

$$\rho \frac{D\mathbf{v}}{Dt} = -\nabla p + \rho \mathbf{g} + \eta(S)\nabla^2 \mathbf{v} + 2\mathbf{D} \cdot \nabla \eta. \quad (2)$$

Наиболее часто встречаемая разновидность функции $\eta(S)$ представляет собой степенной закон: $\eta(S) = KS^{\frac{n-1}{2}}$, где n и K постоянные параметры, называемые показателем и постоянной степенного закона соответственно. Показатель n безразмерен, а размерность постоянной K зависит от n : $[K] = \frac{\tau}{\rho c^{2-n_{\text{CM}}}}$.

Тензор скоростей деформации \mathbf{D} в цилиндрической системе координатах имеет общий вид:

$$\left(\begin{array}{ccc} u_r & \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} u_\varphi + v_r - \frac{v}{r} \right) & \frac{1}{2} (w_r + u_z) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r} u_\varphi + v_r - \frac{v}{r} \right) & \frac{u}{r} + \frac{1}{r} v_\varphi & \frac{1}{2} \left(v_z + \frac{1}{r} w_\varphi \right) \\ \frac{1}{2} (w_r + u_z) & \frac{1}{2} \left(v_z + \frac{1}{r} w_\varphi \right) & w_z \end{array} \right). \quad (3)$$

Здесь u, v, w – проекции скорости на r, φ, z соответственно. В данной задаче движения по r, z нет, поэтому получаем:

$$u = 0, v = v(r), w = 0.$$

Тогда тензор скоростей деформации (3) примет вид:

* © Вахрамеев И.В., 2019

$$\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2}\left(v_r - \frac{v}{r}\right) & 0 \\ \frac{1}{2}\left(v_r - \frac{v}{r}\right) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

а второй инвариант этого тензора запишется так:

$$\mathbf{D}:\mathbf{D} = \frac{1}{2}\left(v_r - \frac{v}{r}\right)^2.$$

Отсюда функция $S = 2\mathbf{D}:\mathbf{D} = \left(v_r - \frac{v}{r}\right)^2$, а $\eta(S) = \eta(r) = K\left(v_r - \frac{v}{r}\right)^{n-1}$.

Система уравнений Навье – Стокса (2) в цилиндрической системе координат выглядит следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{v}{r} \frac{\partial u}{\partial \varphi} + w \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{v^2}{r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \frac{\eta}{\rho} \left(\nabla^2 u - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v}{\partial \varphi} - \frac{u}{r^2} \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{v}{r} \frac{\partial v}{\partial \varphi} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{uv}{r} = -\frac{1}{\rho r} \frac{\partial p}{\partial \varphi} + \frac{\eta}{\rho} \left(\nabla^2 v - \frac{2}{r^2} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \frac{v}{r^2} \right) + \frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r} \right) \frac{\partial \eta}{\partial r}, \\ \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{v}{r} \frac{\partial w}{\partial \varphi} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\eta}{\rho} \nabla^2 w \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{где } \nabla = \left(\frac{\partial}{\partial r}, \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial \varphi}, \frac{\partial}{\partial z} \right), \begin{cases} \nabla^2 u \rightarrow \nabla^2 u - \frac{2}{r^2} \frac{\partial v}{\partial \varphi} - \frac{u}{r^2} \\ \nabla^2 v \rightarrow \nabla^2 v - \frac{2}{r^2} \frac{\partial u}{\partial \varphi} - \frac{v}{r^2} \\ \nabla^2 w \rightarrow \nabla^2 w \end{cases}, \quad \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}.$$

При условиях $p = p(r), u = 0, v = v(r), w = 0$ система (4) переписется следующим образом:

$$\begin{cases} \frac{v^2}{r} = \frac{1}{\rho} p_r \\ \eta \left(v_{rr} + \frac{1}{r} v_r - \frac{v}{r^2} \right) + \left(v_r - \frac{v}{r} \right) \eta_r = 0 \\ 0 = 0 \end{cases}$$

Рассмотрим второе уравнение системы, которое после несложных преобразований примет вид:

$$K \left(n v_{rr} + (2-n) \frac{v_r}{r} + (n-2) \frac{v}{r^2} \right) \left(v_r - \frac{v}{r} \right)^{n-1} = 0.$$

Очевидно, это уравнение имеет решения при:

$$v_r - \frac{v}{r} = 0, \quad (5)$$

$$n v_{rr} + (2-n) \frac{v_r}{r} + (n-2) \frac{v}{r^2} = 0. \quad (6)$$

Зададим краевые условия прилипания для задачи:

$$v(R_1) = R_1 \omega_1, \quad (7)$$

$$v(R_2) = R_2 \omega_2. \quad (8)$$

Уравнение (5) не удовлетворяет краевым условиям задачи.

Рассмотрим (6). Данное уравнение есть уравнение Эйлера, решение которого ищется в виде $v = r^\lambda$. Подставив его в уравнение, найдем $\lambda_1 = 1$, $\lambda_2 = \frac{n-2}{2}$. Получаем решение

$$v = C_1 r + C_2 r^{\frac{n-2}{2}}. \quad (9)$$

Для определения констант C_1, C_2 воспользуемся краевыми условиями (7), (8):

$$\begin{cases} C_1 R_1 + C_2 R_1^{\frac{n-2}{2}} = R_1 \omega_1 \\ C_1 R_2 + C_2 R_2^{\frac{n-2}{2}} = R_2 \omega_2 \end{cases}$$

Решив эту систему, получим:

$$C_1 = \frac{\omega_1 \beta^{\frac{2}{n}} - \omega_2}{\beta^{\frac{2}{n}-1}}, C_2 = \frac{R_1^{\frac{2}{n}} (\omega_2 - \omega_1)}{\beta^{\frac{2}{n}-1}}, \text{ где } \beta = \frac{R_1}{R_2}. \quad (10)$$

Тогда после некоторых преобразований (6) запишется:

$$v = R_2 \left(\frac{(\omega_1 \beta^{\frac{2}{n}} - \omega_2) \xi + \beta^{\frac{2}{n}} (\omega_2 - \omega_1) \xi^{\frac{n-2}{2}}}{\beta^{\frac{2}{n}-1}} \right), \text{ где } \xi = \frac{r}{R_2}. \quad (11)$$

Подставим v в $\eta = K \left(v_r - \frac{v}{r} \right)^{n-1}$. Отсюда $\eta = K \left(\frac{2\beta^{\frac{2}{n}} (\omega_1 - \omega_2)}{n\xi^{\frac{2}{n}} (\beta^{\frac{2}{n}-1})} \right)^{n-1}$.

Таким образом

$$\boldsymbol{\tau} = 2\eta(S)\mathbf{D} = \begin{pmatrix} \mathbf{0} & K \left(\frac{2\beta^{\frac{2}{n}} (\omega_1 - \omega_2)}{n\xi^{\frac{2}{n}} (\beta^{\frac{2}{n}-1})} \right)^n & \mathbf{0} \\ K \left(\frac{2\beta^{\frac{2}{n}} (\omega_1 - \omega_2)}{n\xi^{\frac{2}{n}} (\beta^{\frac{2}{n}-1})} \right)^n & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{pmatrix}.$$

Течение контролируемо. Крутящий момент, приходящийся на единицу длины, предполагается постоянным, а распределение касательных напряжений дается выражением

$$\boldsymbol{\tau} \langle r\varphi \rangle = \frac{M}{2\pi r^2}.$$

В данном случае:

$$\tau < r\varphi > (r = R_1) = \frac{M}{2\pi R_1^2} \text{ или } \tau < r\varphi > (r = R_2) = \frac{M}{2\pi R_2^2}.$$

Пусть $r = R_1$, тогда $\xi = \beta$ и K будет выглядеть следующим образом:

$$K = \left(\frac{n(\beta^{\frac{2}{n}} - 1)}{2(\omega_1 - \omega_2)} \right)^n \frac{M}{2\pi R_1^2}.$$

Список литературы

1. Астарита Дж., Марруччи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. М. : Мир, 1978. 312 с.
2. Жермен П. Курс механики сплошных сред. М. : Высшая школа, 1983. 399 с.
3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. М. : Дрофа, 2003. 840 с

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ СЛОВ В АУДИОЗАПИСЯХ

С.В. Гилин*

Научный руководитель И.В. Баранова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Распознавание речи составляет неотъемлемую часть человеческой деятельности. Наша речь – это последовательность звуков. Распознавание речи является частным случаем задачи распознавания образов.

Определение 1. Распознавание образов – отнесение исходных данных к определенному классу с помощью выделения существенных признаков, характеризующих эти данные, из общей массы несущественных данных.

Определение 2. Распознавание речи – процесс преобразования речевого сигнала в цифровую информацию.

В настоящее время распознавание речи применяется во многих областях человеческой деятельности. Так, распознавание речи используется в голосовом наборе команд, в системах интерактивного речевого самообслуживания, диктовке текстов, в голосовом управлении любой техникой и многих других задачах.

В данной работе решается задача распознавания слов в аудиозаписях.

Задача распознавания слов в аудиозаписях

Формулировка задачи распознавания образов выглядит следующим образом: имеется множество объектов $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, где $x: x \in X$ – распознаваемое слово. Тогда $g(x): X \rightarrow M$, $M = \{1, \dots, m\}$ – индикаторная функция, разбивающая пространство образов X на m непересекающихся классов. Индикаторная функция неизвестна.

Пусть F – пространство признаков, функция $f(x): F \rightarrow X$ ставит в соответствие каждому объекту $x_i \in X$ точку $f(x)$. Вектор $f(x)$ называется **образом объекта** $x \in X$. В пространстве образов признаков определены непересекающиеся множества точек $K_i \in F$, $i = \overline{1, m}$, соответствующие образам одного класса.

Функция $\hat{g}(f): F \rightarrow M$ называется решающим правилом, оно представляет собой оценку для $g(x)$ на основании $f(x)$, то есть $\hat{g}(f) = \hat{g}(f(x))$.

Пусть $f_j = f(x_j)$, $j = \overline{1, N}$ – доступная информация о функциях $f(x)$ и $g(x)$, но сами эти функции неизвестны. Тогда (g_j, f_j) – есть множество прецедентов.

Требуется построить такое решающее правило $\hat{g}(f)$, чтобы распознавание и классификация проводилось с минимальным числом ошибок.

* © Гилин С.В., 2019

Пусть $f_j = f(x_j), j = \overline{1, N}$ – доступная информация о функциях $f(x)$ и $g(x)$, но сами эти функции неизвестны. Тогда (g_j, f_j) – есть множество прецедентов.

Требуется построить такое решающее правило $\hat{g}(f)$, чтобы распознавание и классификация проводилось с минимальным числом ошибок.

Для задачи распознавания слов в аудиозаписях в качестве множества объектов выступают записанные на диктофон аудиофайлы.

Если рассмотреть точечное множество на плоскости T , где функция $f(x)$ выражает в каждой точке звукового сигнала его характеристики: качество речевого сигнала (количество помех и искажений), интенсивность, амплитуда, частоту и т.д., то данная функция представляет собой формальную запись аудиофайла.

Множество же всех возможных функций $f(x)$ на плоскости T – есть модель множества всех аудиофайлов X . Вводя понятие *сходства* между образами можно поставить задачу распознавания. Конкретный вид этой постановки сильно зависит от последующих этапов при распознавании в соответствии с тем или иным подходом.

В данной работе рассматривается следующая практическая задача распознавания образов – задача распознавания определенных слов в аудиофайлах.

Методы распознавания речи

На данный момент существует широкий спектр методов распознавания речи. Методы и алгоритмы могут быть разделены на следующие классы.

1. Классификация методов распознавания речи на основе сравнения с эталоном.

- Временные динамические алгоритмы.

2. Контекстно-зависимая классификация.

- Методы дискриминантного анализа, основанные на байесовской дискриминации.

Скрытые марковские модели.

Этапы решения задачи распознавания слов в аудиозаписях

Перечислим основные этапы решения задачи распознавания речи – выявление объектов некоторых заданных классов на аудиофайлах:

1. Оценка качества речевого сигнала. Оценка качества речевого сигнала позволяет определить уровень помех и искажений.

2. Акустическая адаптация. Акустическая адаптация управляет модулем расчета параметров речи, необходимых для распознавания.

3. Выделение участка, содержащего речь, и оценка параметров речи. Осуществляется выделение фонетических и просодических вероятностных характеристик для синтаксического, семантического и прагматического анализа. Для распознавания длинных предложений выполняется разбиение аудиофайла с записанной речью на отдельные слова. Речь содержит в себе некоторые паузы (промежутки тишины), которые можно считать «разделителями» слов.

4. Поступление параметров речи в декодер. Это компонент сопоставляет входной речевой поток с информацией, хранящейся в акустических и языковых моделях, и определяет наиболее вероятную последовательность слов, которая и является конечным результатом распознавания

Искусственная нейронная сеть

Определение 3. *Искусственный нейрон* – обобщенная модель человеческого нейрона, который на вход получает некоторое значение и на выход передает обработанное активационной функцией полученное значение.

Определение 4. *Синапс* – связь между двумя нейронами, которая обладает некоторым весом.

Определение 5. *Многослойная нейронная сеть* – сеть, у которой помимо входного и выходного слоя существует хотя бы один скрытый слой.

Алгоритм работы нейронной сети по распознаванию выглядит следующим образом:

1. Выполняется инициализация сети: определяется количество слоёв и количество нейронов на каждом слое, и они связываются синапсами.
2. Весам синапсов присваиваются случайные значения от 0 до 1.
3. На вход подается значение x .
4. Вычисляются все значения активации нейронов.
5. Начинается корректировка весов синапсов (в обратном направлении).

Скрытые Марковские Модели

Определение 6. Скрытая марковская модель (СММ) – статистическая модель, имитирующая работу процесса, похожего на марковский процесс с неизвестными параметрами, и задачей ставится разгадывание неизвестных параметров на основе наблюдаемых.

Определение 7. Марковский процесс – случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения временного параметра t не зависит от эволюции, предшествовавшей t , при условии, что значение процесса в этот момент фиксировано.

В задаче распознавания слов в аудиозаписях можно выделить одну из проблем: слово может произноситься с ударениями на разные слоги. Учитывая этот недостаток, была создана модель, принимающая во внимание этот факт:

$$\arg \max_{t_1, \dots, t_n} \prod_{i=1}^n p(w_i | t_i) p(t_i | t_{i-1}) ,$$

где t – тэг (глагол, существительное, прилагательное), w – слово в записи, $p(w|t)$ – вероятность того, что слово w соответствует тэгу t , $p(t_1 | t_2)$ – вероятность того, что t_1 идет после t_2 .

Заключение

В данной работе была рассмотрена задача распознавания образов и ее частный случай – задача распознавания слов в аудиозаписях. Были описаны ме-

тоды решения задачи распознавания. Разработано программное обеспечение на языке C#, реализующее работу двух наиболее эффективных алгоритмов распознавания речи: нейронных сетей и Скрытых Марковских моделей. Решена практическая задача распознавания слов в аудиозаписях, а также выполнен анализ полученных результатов.

Список литературы

1. Воронцов К. В. Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования. М. : МГУ, 2007. 18 с.
2. Лепский А. Е., Броневич А. Г. Математические методы распознавания образов. Таганрог : ТТИ ЮФУ, 2009. 155 с.
3. Местецкий Л. М. Математические методы распознавания образов. М. : МГУ, 2004. 85 с.

АНАЛИЗ ФОРМАЛЬНЫХ НЕЧЕТКИХ ПОНЯТИЙ

В.К. Голышев*

Научный руководитель Д.В. Семенова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Анализ формальных понятий (АФП) имеет дело с данными в объектно-признаковой форме и исследует формальные контексты (частично упорядоченные множества объектов и признаков этих объектов). Формальному контексту соответствует математическая структура, называемая решеткой понятий. Решетка понятий, построенная на формальном контексте, является инструментом представления и извлечения знаний из данных. Понятие существует в формальном контексте как отношение замыкания на множествах объектов и признаков. Решетка понятий позволяет выявить связи между понятиями и может быть представлена как в графическом виде с указанием связей (в виде диаграмм Хассе), так и аналитически в виде множества импликаций, допускаемых решеткой [1, 2]. В данной работе рассматривается обобщение АФП на основе нечеткой логики [3, 4]. Целью работы является разработка алгоритма и программы извлечения формальных нечетких понятий из нечеткого контекста.

Введём некоторые понятия, необходимые для дальнейшего изложения. Полная резидуальная решетка с замыканием – это алгебра $\mathbf{L} = \langle L, \wedge, \vee, \otimes, \rightarrow, *, 0, 1 \rangle$ такая, что [5]:

1. $\langle L, \wedge, \vee, 0, 1 \rangle$ – полная решетка \mathbf{L} с наименьшим элементом 0 и наибольшим элементом 1;
2. $\langle L, \otimes, 1 \rangle$ – коммутативный моноид;
3. \otimes и \rightarrow удовлетворяют свойству сопряженности: $a \otimes b \leq c \Leftrightarrow a \leq b \rightarrow c$ $\forall a, b, c \in L$;
4. Для всех $a, b \in L$ замыкание $*$ удовлетворяет следующим свойствам: $1^* = 1$; $a^* \leq a$; $(a \rightarrow b)^* \leq a^* \rightarrow b^*$; $a^{**} = a^*$.

Элементы $a \in L$ называют степенями принадлежности, операции \otimes и \rightarrow есть «нечеткая конъюнкция» и «нечеткая импликация». Будем пользоваться парой сопряженных операций Лукасевича на $[0, 1]$:

$$a \otimes b := \max(0, a + b - 1), \quad a \rightarrow b := \min(1, 1 - a + b). \quad (1)$$

В работе рассматриваются два типа операции замыкания [4, 5]: идентичность и глобализация. Отличие этих операций заключается в детализации свойства $a^* \leq a$: для идентичности оно обращается в равенство $a^* = a$, $a \in L$, а для глобализации имеет следующий вид: $a^* = 1$, если $a = 1$, и $a^* = 0$ во всех других случаях.

* © Голышев В.К., 2019

Тройка (G, M, I) называется формальным нечетким контекстом, если $I: G \times M \rightarrow L$ – это нечеткое отношение между множествами G и M и L является множеством степеней принадлежности. Элементы из G и M называются объектами и признаками соответственно. Нечеткое отношение I присваивает каждому объекту $g \in G$ и каждому признаку $m \in M$ степень принадлежности $I(g, m) \in L$ признаку m объекту g . С учётом (1) для произвольных нечетких множеств $A \in L^G$ и $B \in L^M$ операторы нечёткого логического вывода определяются следующим образом [4]:

$$A^\uparrow(m) := \bigwedge_{g \in G} (A(g)^* \rightarrow I(g, m)), \quad B^\downarrow(g) := \bigwedge_{m \in M} (B(m)^* \rightarrow I(g, m)), \quad g \in G, m \in M. \quad (2)$$

Операторы $\uparrow\downarrow$ формируют нечёткие соответствия Галуа с замыканиями $*$. Формальное нечеткое понятие – это кортеж $(A, B) \in L^G \times L^M$ такой, что $A^\uparrow = B$ и $B^\downarrow = A$. Тогда, A называется (нечетким) объемом, B – (нечетким) содержанием (A, B) . Обозначим множество всех нечетких понятий данного контекста (G, M, I) через $\mathfrak{B}(G^*, M^*, I)$. Понятие называется подпонятием другого, если оно более общее, то есть если оно содержит больше объектов. Более формально, (A_1, B_1) – подпонятие (A_2, B_2) , если $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2) \Leftrightarrow A_1 \subseteq A_2 (B_1 \supseteq B_2)$, а понятие (A_2, B_2) называется надпонятием (A_1, B_1) . Множество всех нечетких понятий, подчиняющихся такому порядку, формирует решетку нечетких понятий [5], которая обозначается так: $\mathfrak{B}(G^*, M^*, I) := (\mathfrak{B}(G^*, M^*, I), \leq)$.

Разработана программа, реализующая алгоритм извлечения понятий из нечёткого контекста (рис. 1). Данный алгоритм является обобщением классического алгоритма Гантера извлечения формальных понятий из бинарного контекста [4].

Алгоритм 1. Алгоритм извлечения понятий из нечеткого контекста

Вход: $K = (G, M, I)$ - нечеткий контекст

Выход: $\mathfrak{B}(G^*, M^*, I)$ - все нечеткие понятия из контекста K

1: $B := \emptyset^{\uparrow\downarrow}$

2: $\mathfrak{B}(G^*, M^*, I) := \emptyset$

3: **До тех пор пока** $B \neq M$ **выполнять**

4: $B := B^+$ ▷ B^+ - нахождение наименьшего содержания, большего данного B

5: $A := B^\downarrow$ ▷ находим объем A , который в паре с содержанием B

6: ▷ является формальным нечетким понятием

7: добавить понятие (A, B) в $\mathfrak{B}(G^*, M^*, I)$

8: **Конец цикла**

Рис. 1. Алгоритм извлечения понятий из нечёткого контекста

В качестве примера рассмотрим нечеткий контекст (табл. 1), характеризующий больных панкреатитом: $G = \{g_1, \dots, g_{12}\}$ – множество пациентов, $M = \{m_1, \dots, m_5\}$ – множество признаков. Здесь m_1 – гемоглобин, m_2 – лейкоциты,

m_3 – глюкоза, m_4 – мочевины, m_5 – тяжесть панкреатита: 0 – легкая степень, 0.5 – средняя, 1 – тяжелая).

Таблица 1

**Нечеткий контекст,
характеризующий больных панкреатитом**

	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5
g_1	0	0	1	1	0.5
g_2	0	1	1	1	1
g_3	0.5	0	1	1	1
g_4	1	1	1	1	0
g_5	0.3	0.1	1	1	0
g_6	1	0	0	1	0.5
g_7	0	0.75	0.4	0	1
g_8	1	1	0	1	1
g_9	1	0.3	1	1	1
g_{10}	1	0.4	1	1	0
g_{11}	0.75	1	0	0.5	0
g_{12}	1	0.5	0.5	1	0.5

Если использовать импликацию Лукасевича и идентичность в качестве замыкания, то полученная решётка понятий содержит 1701 формальное понятие. Такое большое количество нечетких понятий связано с особенностью выбранных операций. Если использовать вместо идентичности в качестве операции замыкания глобализацию, то решётка будет содержать 11 формальных нечетких понятий (рис. 2).

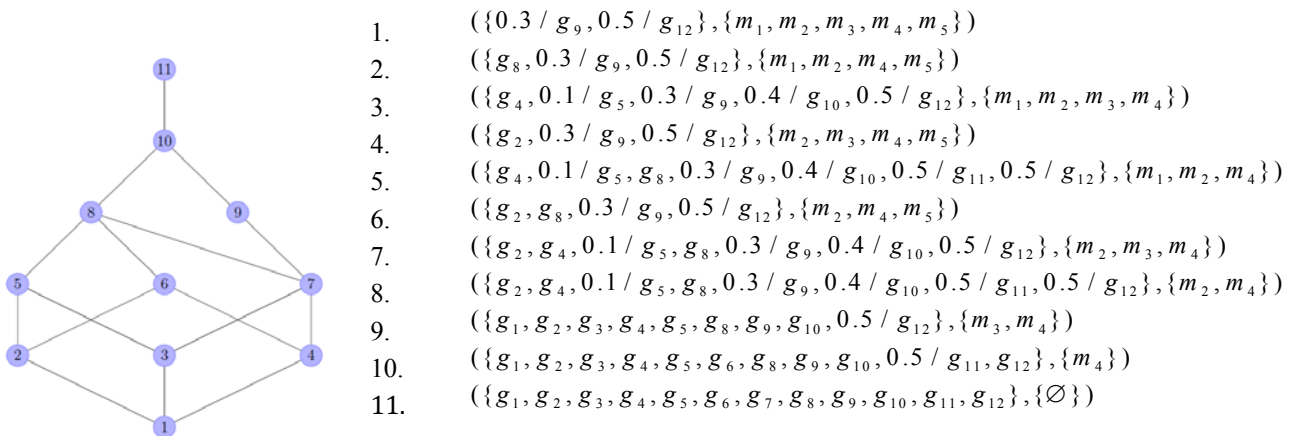


Рис. 2. Решетка из 11 нечетких понятий, полученных с замыканием в виде глобализации

Список литературы

1. Кузнецов С. О. Автоматическое обучение на основе анализа формальных понятий // Автоматика и телемеханика. 2001. № 10. С. 3–27.
2. Ganter B., Wille R. Formal Concept Analyses: Mathematical Foundations // Springer Science and Business Media. 2012. 314 p.
3. Bělohlávek R., Funioková T. T., Vychodil V. Galois connections with hedges // Eleventh International Fuzzy Systems Association World Congress. 2005. P. 1250–1255.
4. Bělohlávek R. Algorithms for fuzzy concepts lattices // Proc. Fourth Int. Conf. on Recent Advances in Soft Computing. 2002. P. 200–205.
5. Glodeanu C. V. Attribute Exploration in a Fuzzy Setting // CEUR Workshop Proceedings. 2012. P. 114–128.

МОДЕЛИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПОКРЫТИЕМ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Е.А. Грибкова*

Научный руководитель В.В. Быкова
доктор физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в Красноярске остро стоит проблема «черного неба» – неблагоприятных метеорологических условий. Эту экологическую проблему решают многие российские ученые, однако проводимые научные исследования и практические разработки в основном ориентированы на выявление типов загрязняющих веществ, зон загрязнения, создание современных эффективных систем очистки. Вопросы оптимального размещения экологического оборудования на территории городов и вдоль автомобильных трасс изучены недостаточно. Поэтому настоящее время актуальны исследования, направленные на решение этих вопросов.

Целью настоящей работы является построение и исследование моделей дискретной оптимизации для задач оптимального размещения экологических объектов с покрытием зон загрязнения (по данным экологического мониторинга г. Красноярска).

Проблема оптимального размещения экологического оборудования на территории г. Красноярска может рассматриваться следующим образом.

Пусть имеется некоторая территория района г. Красноярска, которая представляется в виде отдельной ограниченной области на плоскости, разбитой на конечное число зон (рисунок). Соседние зоны имеют соприкасающиеся между собой стороны. Считается заданным отношение соседства зон. Заданы конечное множество зон загрязнения воздуха и места размещения этих зон. Различные зоны могут быть загрязнены различными загрязнителями. В простейшем случае загрязнитель воздуха один и тот же на всей территории.

Также задано множество элементов экологического оборудования, при этом каждый элемент оборудования ориентирован на определенный вид загрязнения. В простейшем случае все типы оборудования одинаковы и ориентированы на вид загрязнения (однородный случай). Для однородного случая возможно задание стоимости размещения единицы оборудования в ту или иную зону. Например, функция стоимости размещения экологического объекта может быть определена с учетом его особенностей размещения. Допускается задание условий размещения экологических объектов, учет мощностей оборудования и степени загрязнения зон. В простейшем случае, если объект помещается рядом (в непосредственной близости) с зоной загрязнения и/или непосредственно в самой зоне загрязнения, то он полностью обеспечивает очистку воздуха соответствующей зоны загрязнения. Допускается покрытие одной и той же зо-

* © Грибкова Е.А., 2019

ны загрязнения несколькими единицами оборудования и наоборот, одной единицей оборудования возможно покрытие нескольких зон загрязнения. Требуется определить места оптимального размещения заданного множества экологических объектов так, чтобы покрыть все заданные зоны загрязнения с минимальной стоимостью.



Рис. Пример области размещения экологических объектов

Данную задачу можно сформулировать как задачу о наименьшем покрытии (ЗНП) [1]. Пусть заданы конечное множество $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ и семейство $Y = \{X_1, \dots, X_m\}$ его подмножеств $X_j \subseteq X$. Любое подсемейство $Y' = \{X_{j_1}, \dots, X_{j_k}\}$ семейства Y , такое, что $\bigcup_{i=1}^k X_{ij} = X$ называется покрытием множества X , а множества X_j называются покрывающими множествами. Если каждому $X_j \in Y$ поставлена в соответствие стоимость c_j , то ЗНП формулируется так: найти покрытие множества X , имеющее наименьшую стоимость, причем стоимость семейства $Y' = \{X_{j_1}, \dots, X_{j_k}\}$ определяется как $\sum_{i=1}^k c_{ij}$. Известно, ЗНП в общем случае является NP-трудной [2].

В терминах ЗНП задачу о размещении экологического оборудования можно выразить следующим образом. Пусть заданы $X = \{1, 2, \dots, n\}$ – конечное непустое множество зон загрязнения, которые надо покрыть; $Y = \{X_1, \dots, X_m\}$ – конечное непустое множество потенциальных мест (позиций) размещения экологических объектов. При этом для каждого $X_j \in Y$ может быть вес $c_j \geq 0$. Множество X_j определяет подмножество зон загрязнения, которые покрываются, если экологический объект разместить в позицию j .

Требуется найти подмножество Y' множества Y , покрывающее все элементы из X и имеющее наименьший вес. В такой постановке решение задачи будет давать оптимальное (с точки зрения стоимости) множество мест размещения экологического оборудования. Мощность этого множества будет определять число единиц размещенного оборудования. Тривиальное (и, возможно,

неоптимальное) решение данной задачи – это размещение оборудования во всех позициях, определяемых множеством X .

Задачу о размещении экологического оборудования можно также выразить в терминах теории графов [3]. Пусть $X \cup Y$ – множество вершин двудольного графа $G = (X, Y; E)$, при этом ребро $\{i, j\} \in E$, если $i \in X$ и $j \in Y$. Тогда окрестность вершины $i \in X$ есть множество X_j : $N(i) = X_j$. В этом случае можно говорить, что вершина $i \in X$ доминирует (является доминантой) над каждой вершиной из множества X_j . В такой интерпретации задача сводится к нахождению в Y наименьшего по весу множества вершин такого, что для всякой вершины из X имеется хотя бы одна доминанта.

Если исходить из бинарной $(m \times n)$ -матрицы $A = \{a_{ij}\}$, описывающей отношение смежности между долями вершин графа $G = (X, Y; E)$, в которой строки покрываются столбцами, то задача о размещении экологического оборудования может быть сформулирована как задача целочисленного линейного программирования следующим образом. Введем следующие переменные: $x_j = 1$, если $X_j \in Y$, $x_j = 0$, в противном случае. $a_{ij} = 1$, если $i \in X$, $a_{ij} = 0$, в противном случае. С использованием введенных обозначений целевая функция имеет следующий вид: $z = \min \sum_{j \in Y} c_j x_j$, при ограничениях $\sum_{j \in Y} a_{ij} x_j = 1$, $i \in \{1, 2, \dots, m\}$. В целевой функции $c_j \geq 0$ определяют стоимость покрытия. Ограничение отражает ситуацию, когда одну и ту же зону загрязнения недопустимо покрывать несколькими системами очистки.

Рассмотрение указанных выше моделей задачи о размещении экологического оборудования дает возможность использования пакета программ CPLEX Optimizer и различных эвристик. CPLEX – высокопроизводительный пакет программ (математический решатель), предназначенный для решения задач линейного программирования, смешанного целочисленного и квадратичного программирования. Пакет CPLEX ускоряет разработку и внедрение оптимизационных моделей.

В работе предлагается эвристический алгоритм EcoGreedy, который основан на жадной стратегии.

Список литературы

1. Еремеев А. В., Заозерская Л. А., Колоколов А. А. Задача о покрытии множества: сложность, алгоритмы, экспериментальные исследования // Дискретн. анализ и исслед. опер. 2000. Т. 7. № 2. С. 22–46.
2. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и трудно решаемые задачи. М. : Мир, 1982. С 139–150.
3. Емеличев В. А. [и др.]. Лекции по теории графов. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. С. 9–27.

АЛГОРИТМЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРОИЗВОДЯЩИХ ФУНКЦИЙ В ЗАДАЧЕ О РЕШЕТОЧНЫХ ПУТЯХ

В.Ю. Гришунов*

Научный руководитель А.П. Ляпин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В перечислительном комбинаторном анализе широко известна задача о решеточных путях: задан набор шагов $\Delta = \{\alpha^1, \alpha^2, \dots, \alpha^n\} \subset Z^n$ и требуется вычислить количество способов, которыми можно прийти в точку $x \in Z^n$ из начала координат, используя только шаги из набора Δ .

Если обозначить искомое число шагов через $f(x)$, то известно [1], что $f(x)$ удовлетворяет рекуррентному соотношению

$$f(x) - f(x - \alpha^1) - \dots - f(x - \alpha^N) = 0$$

Мощным средством исследования свойств функции $f(x)$ являются производящие функции [2], то есть функции вида

$$F(z) = \sum_{x \in Z^n} f(x) z^x$$

Для задачи о решеточных путях с шагами из Δ производящая функция имеет вид [3]:

$$F(z) = \frac{1}{1 - z^{\alpha^1} - \dots - z^{\alpha^N}},$$

где $z^{\alpha^i} = (z_1^{\alpha_1^i} z_2^{\alpha_2^i} \dots z_n^{\alpha_n^i})$, $i = 1, \dots, N$

В данной работе получено рекуррентное соотношение, описывающие производящие функции вида

$$F_n(w) = \sum_{y=0}^{\infty} f(n, y) w^y$$

и разработан алгоритм в Maple для вычисления указанных производящих функций.

Список литературы

1. Leinartas E. K., Lyapin A. P. On the Rationality of Multidimensional Recursive Series. // Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics. 2009. P. 449–455.

* © Гришунов В.Ю., 2019

2. Стенли Р. Перечислительная комбинаторика / пер. с англ. М. : Мир, 1990. 440 с.

3. Bousquet-Mélou M., Petkovšek M. Linear recurrences with constant coefficients : the multivariate case // Discrete Mathematics. 225(2000). P. 51–75.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОИСКА И ОБНАРУЖЕНИЯ ЛИЦ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Д.А. Докучаев*

Научный руководитель И.В. Баранова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Человек ежедневно сталкивается с задачей распознавания образов, используя органы чувств для сбора необходимой информации об объекте и мозг в качестве классификатора. Данный процесс происходит абсолютно неосознанно, с поразительной точностью и скоростью. С развитием информационных и вычислительных технологий возникло стремление автоматизировать этот процесс, разработка принципов и методов распознавания и классификации объектов различной природы стала одним из наиболее востребованных направлений в области анализа данных, информационной безопасности и машинного обучения.

Под машинным обучением подразумевают широкий пласт задач классификации, прогнозирования, кластеризации и регрессии. Для решения этих задач предложено значительное количество методов, подходов и средств.

Задача поиска лиц на изображениях является частным случаем задачи классификации и распознавания образов. В данной работе основное внимание уделяется таким методам, как нейронные сети и методу Виолы – Джонса, работающему в совокупности с AdaBoost классификатором.

Постановка задачи распознавания образов

Пусть задано множество $X = \{x_1, \dots, x_N\}$, где $x_i, i = 1, \dots, N$ является объектом распознавания. Существует индикаторная функция, которая является отображением множества объектов на пространство классов вида $g(x): X \rightarrow M, M = \{1, \dots, m\}$.

Пусть F – это пространство признаков, а $f(x): F \rightarrow X$ – функция, ставящая в соответствие каждому объекту $x_i \in X$ точку $f(x)$. Вектор $f(x)$ называется образом объекта $x \in X$. В пространстве признаков определены непересекающиеся множества точек $K_i \in F, i = (1, \dots, m)$, соответствующих образам одного класса.

Функция $\tilde{g}(f): F \rightarrow M$ называется решающим правилом и представляет собой оценку для $g(x)$ на основании $f(x)$, то есть $\tilde{g}(f) = \tilde{g}(f(x))$.

Пусть $f_j = f(x_j), j = (1, \dots, N)$ – доступная информация о функциях $f(x)$ и $g(x)$, но сами эти функции неизвестны. Тогда (g_j, f_j) – множество прецедентов.

Требуется построить такое решающее правило $\hat{g}(f)$, чтобы распознавание и классификация проводились с минимальным числом ошибок.

* © Докучаев Д.А., 2019

Признаки Хаара

Признак Хаара – это тройка значений {маска, точка левого верхнего угла, ширина и высота признака}. *Маска* представляет собой белое изображение $n * m$, на котором расположена некоторая комбинация черных прямоугольников.

Для вычисления признака используется интегральное представление изображения. Требуется перейти от RGB-изображения к черно-белому изображению, где вместо пикселя хранится элемент яркости пикселя. *Интегральное изображение* представляет собой матрицу той же размерности, что и черно-белое представление, где в качестве значений матрицы берется сумма левых верхних элементов яркости ч/б изображения. Для вычисления признака Хаара требуется найти сумму яркостей белой области признака и вычесть из нее суммы всех черных областей.

Метод Виолы – Джонса и AdaBoost классификатор

Метод Виолы – Джонса – это алгоритм получения вектора признаков, представляющий собой набор абстрактной полезной информации для классификатора. В качестве классификатора будем использовать AdaBoost. Классификатор на каждой итерации выбирает признак Хаара с наименьшей ошибкой и строит слабый классификатор:

$$h_j(x) = \begin{cases} 1, & p_j f_j(x) < p_j \theta_j, \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

где x – изображение, $f_j(x)$ – соответствующий признак Хаара, θ_j – порог, p_j – направление (знак) признака Хаара.

Пусть дано множество прецедентов $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$, где $y_i = 1$, если на изображении есть лицо и $y_i = 0$, если лицо не обнаружено. На первом шаге инициализируем веса изображений: $\omega_{1,i} = \frac{1}{2m}$ для примеров, где $y = 1$, $\omega_{1,l} = \frac{1}{2l}$, для примеров, где $y = 0$. Коэффициенты m, l равны количеству положительных и отрицательных примеров в выборке прецедентов соответственно. Для $t = 1, \dots, T$:

- нормализуем веса $\omega_{t,i} = \frac{\omega_{t,i}}{\sum_{j=1}^n \omega_{t,j}}$;
- для каждого признака j вычисляем слабый классификатор, доставляющий наименьшую ошибку на всей обучающей выборке $e_j = \sum_i \omega_i |h_j(x_i) - y_i|$;
- выбираем наилучший слабый классификатор h_t с наименьшей ошибкой e_t ;
- обновляем веса изображений $\omega_{t+1,i} = \omega_{t,i} \beta_t^{1-|h_t(x_i)-y_i|}$, где $\beta_t = \frac{e_t}{1-e_t}$.

Из T слабых классификаторов можно построить сильный классификатор, способный выполнять задачу распознавания и классификации:

$$h(x) = \begin{cases} 1, & \sum_{t=1}^T \frac{1}{\beta_t} h_t(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{1}{\beta_t} \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Нейронные сети. Метод обратного распространения ошибки

Пусть h – классификатор, который на вход получает признаки объекта, а на выходе предъявляет нам класс объекта. X – пространство признаков объекта, C – множество классов, тогда классификатор работает по принципу $h: X \rightarrow C$.

Идея обучения состоит в том, чтобы минимизировать целевую функцию $E = \frac{1}{2}(\mathcal{Y}_i - d_i)^2$.

Обучение производится градиентными методами, путем вычисления градиента целевой функции и изменения веса в обратном направлении полученного градиента. Корректировка будет производиться по формуле $W = W - \Delta W$, где $\Delta W = \eta \nabla E$, а η – коэффициент скорости обучения сети.

Метод градиентного спуска

Данный метод основывается на методе обратного распространения ошибки. Теперь $\Delta W_t = \eta(\nabla E + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}$, где ρW_{t-1} – член регуляризации, ρ – коэффициент регуляризации, $\mu \Delta W_{t-1}$ – фактор момента, μ – коэффициент момента. Коэффициент скорости обучения будет изменяться динамически на каждой итерации. Пусть $\alpha = 0.99, \beta = 1.01, \Delta E = E_t - \gamma E_{t-1}, \gamma = 1.01$, тогда:

$$\eta = \begin{cases} \alpha \eta_{t-1}, \Delta E > 0, \\ \beta \eta_{t-1}, \Delta E \leq 0. \end{cases}$$

Метод rProp

Идея метода заключается в том, что коэффициент скорости обучения задается для каждого веса отдельно:

$$\eta(t) = \begin{cases} \min(\eta_{max}, \alpha \eta(t-1)), S > 0 \\ \max(\eta_{min}, \beta \eta(t-1)), S < 0, \\ \eta(t-1), S = 0 \end{cases}$$

где $S = \nabla E(t-1) \nabla E(t)$, $\eta_{max} = 50, \eta_{min} = 10^{-6}, \alpha = 1.2, \beta = 0.5$. Формула для вычисления весов измениться следующим образом: $\Delta W_t = \eta(\text{sign}(\nabla E) + \rho W_{t-1}) + \mu \Delta W_{t-1}$.

Заключение

Разработан программный модуль, реализующий работу данных алгоритмов. Также в работе была проведена серия вычислительных экспериментов с использованием созданного программного обеспечения. Вычислительные эксперименты позволили оценить работу алгоритмов на ряде тестовых обучающих выборок. В каждой выборке находились изображения, как с лицами людей, так и без них. Размер изображений мог быть любым. Изображения могли быть как цветными, так и черно-белыми.

Список литературы

1. Белых Е. А. Обучение каскадов Хаара // Вестник Сыктывкарского университета. 2017. № 1. С. 41–53.

2. Воронцов К. В. Лекции по алгоритмам кластеризации и многомерного шкалирования. М. : МГУ. 2007. 18 с.
3. Горбань А. Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере. М. : Наука. 1996. 276 с.
4. Лепский А. У., Броневич А. Г. Математические методы распознавания образов. Таганрог : ТГИ ЮФУ. 2009. 55 с.

ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ WEB-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ РОССИИ

Е.А. Дроздовский*

Научный руководитель А.В. Качаев

Сибирский федеральный университет

Годичный прирост деревьев является одним из биологических индикатор биотических и абиотических процессов, происходящих в экологических системах [1]. В последние годы климат на Земле заметно меняется и в различных географических районах вызывает негативные последствия. Таким образом, информация о приросте деревьев в различных географических местах приобретает актуальное значения для мирового научного сообщества. Для удобства научных исследований информация о параметрах экологических систем хранится в банках данных.

Международный банк данных древесных колец (ITRDB) содержит более 4 000 мест сбора хронологий с шести континентов [2]. Хронологии в ITRDB находятся в открытом доступе. Формируя запрос в интерактивном режиме в банке данных, исследователи получают необходимые данные в текстовом виде в так называемым «Тусоновском формате». Запрос содержит такие параметры, как географические координаты, код древесной породы, тип метрического измерения древесного кольца и другие текстовые параметры. На сайте Палеоклиматической карты данных [3] доступ к хронологиям возможен через картографический интерфейс для получения данных в текстовом виде. Заметим, что исходные хронологии в банках [2, 3] имеют один источник. В работе [4] проведен анализ исходных хронологий и предложены рекомендации по дальнейшему формированию ITRDB [2] банка данных. Результаты тестирования ITRDB [2] банка данных показало, что в разных географических районах были обнаружены позиционные ошибки в исходных данных до 57 %, которые авторы [4] исправили (для примера в азиатском регионе отмечено 15 % ошибок). В работе [5] для российских дендрохронологических данных мы исправили позиционные ошибки и конвертировали данные в JSON формат[6].

Отметим два Российских дендрохронологических банка данных [7, 8].

На основании анализа рассмотренных банков данных нами поставлена следующая задача: разработка дендроклиматического web-интерфейса с выбором хронологий и климатических данных, используя карту России и обработку результатов выборки дендрохронологическим пакетом программ dplR[9] в среде R [10].

При разработке структуры дендроклиматического банка данных мы использовали NOSQL подход [11] и наполнили данными документоориентированную систему управления базами данных MongoDB [12].

* © Дроздовский Е.А., 2019

Для решения поставленной задачи мы используем программные разработки, находящиеся в открытом доступе. Технологическая программная цепочка решения поставленной задачи состоит из следующего программного обеспечения: Bootstrap [13], API Яндекс.Карт [14], Shiny [15], dplR [9], MongoDB [12].

Фреймворк Bootstrap [13] дает следующие преимущества: быстрое создание качественных адаптивных сайтов на основе готовых компонентов, современный дизайн, выполненный в едином стиле, он является кросс-браузерным и кросс-платформенным, открытым и бесплатным.

Для создания географической карты с координатной привязкой расположения на ней мест сбора хронологий и мест сбора климатических измерений нами выбран API Яндекс.Карт [14]. API Яндекс.Карт предъявляет минимальные требования к навыкам программирования, располагая такими средствами, как API Конструктор карт, размещая нужные географические объекты на карте и предоставляя набор функции работы с картой.

Пакет dplR [8] (Dendrochronology Program Library in R[10]) библиотека программ обработки дендрохронологических данных.

Пакет Shiny предназначен для создания интерактивных веб-приложений на основе R и находится в свободном доступе.

В настоящее время на карте отмечены дендрохронологии (около 300) и климатические станции (более 1100) с визуализацией информации о географических объектах по адресу: <http://augur.sfu-kras.ru>.

Выражаем благодарность Департаменту информационных технологий СФУ за выделение виртуальной машины в операционной среде CENTOS 7 на сервере СФУ для реализации проекта.

Список литературы

1. Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., Мазепа В. С., Наурызбаев М. М., Хантемиров Р. М. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации : учеб.-метод. пособие. Красноярск : КрасГУ, 2000. 80 с.
2. The International Tree-Ring Data Bank [Электронный ресурс]. URL: <https://gis.ncdc.noaa.gov/maps/ncei/paleo?layers=0000000000000001> (дата обращения 12.04.2019).
3. Paleoclimatology Data Map [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/paleoclimatology-data/datasets/tree-ring> (дата обращения 12.04.2019).
4. Zhao S., Pederson N., D'Orangeville L. [et al.] The International Tree-Ring Data Bank (ITRDB) revisited: Data availability and global ecological representativity. J Biogeogr. 2018;00:1–14. <https://doi.org/10.1111/jbi.13488>.
5. Качаев А. В. NOSQL подход для разработки дендроклиматического банка данных // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли Материалы III Международной научной конференции. 2016. С. 89–91.
6. Введение в JSON. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.json.org/json-ru.html> (дата обращения: 12.04.2019).

7. Российские хронологии древесных колец. [Электронный ресурс]. URL: <https://lib.ipae.uran.ru/dchrono/vved.html> (дата обращения: 12.04.2019).
8. Шишов В. В., Тычков И. И., Попкова М. И. Методы анализа дендроклиматических данных и их применение для территории Сибири: учеб. пособие. Красноярск, 2015. 210 с.
9. Bunn A. G. A Dendrochronology Program Library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 2008. 26. P. 115–124.
10. Кабаков Р. И. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R / пер. с англ. П. А. Волковой. М. : ДМК Пресс, 2014. 588 с.
11. Качаев А. В. Модель описания структуры дендроклиматических данных // Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли : материалы IV международной научной конференции / Сибирский федеральный университет, Институт космических и информационных технологий. 2017. С. 120–122.
12. Бэнкер К. MongoDB в действии / пер. с англ. А. А. Слинкина. М. : ДМК Пресс, 2012. 394 с.
13. Bootstrap [Электронный ресурс]. URL: <https://bootstrap-4.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
14. Яндекс карты [Электронный ресурс]. URL: <http://maps.yandex.ru> (дата обращения: 12.04.2019).
15. Beeley C. (2013). *Web Application Development with R Using Shiny*. Packt Publishing, 110 p.

ЗАДАЧА БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ В МЕТРИЧЕСКОМ И КОНКУРЕНТНОМ ПРОСТРАНСТВАХ

К.Е. Есимханова*

Научный руководитель В.В. Быкова
доктор физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В результате развития информационных технологий количество данных, накопленных в электронном виде, растет быстрыми темпами. Изучение больших объемов данных требует больших временных затрат, к тому же неизбежно приводит к ошибкам, связанным с человеческим фактором. Вполне достаточно рассмотреть некоторую часть всех объектов, то есть выборку, и получить интересующую нас информацию на ее основе. Возникает проблема извлечения полезной для пользователя информации из большого объема данных.

В настоящее время анализ данных является одной из активно развивающихся областей информационных технологий, предназначенных для выявления полезных знаний из данных различной природы. Основными задачами анализа данных являются классификация и кластеризация, они невозможны без использования метрик.

В математике метрика (от греч. *μετρον* – мера, размер) – это расстояние между двумя элементами (x, y) из непустого множества X . Другими словами, это неотрицательная вещественная функция $d(x, y)$, определенная на $X \times X$, удовлетворяющая условиям:

- 1) $d(x, y) \geq 0$, причем $d(x, y) = 0$ тогда и только тогда, когда $x = y$;
- 2) $d(x, y) = d(y, x)$;
- 3) $d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y)$.

Метрическим пространством (X, d) называется множество X , снабженное метрикой d . На одном и том же множестве X метрика может вводиться различным образом.

Метрика в анализе данных – количественный показатель, отражающий сходство однородных объектов. Часто этот показатель называют мерой сходства (подобностью), и он не всегда удовлетворяет всем трем условиям метрики.

Мера сходства важна при классификации изучаемого множества объектов и при распознавании принадлежности объектов к тому или иному классу. Сходство двух объектов x и y в метрическом пространстве обычно оценивается величиной, которая зависит от расстояния $d(x, y)$ между этими объектами. В большинстве случаев для вещественных значений используется Евклидова метрика.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_k - y_k)^2}. \quad (1)$$

* © Есимханова К.Е., 2019

В случае же с бинарными данными используется расстояние Хэмминга. Расстояние Хэмминга используется со строками одинаковой длины и служит метрикой различия объектов одинаковой размерности.

$$d_{i,j} = \sum_{k=1}^p |x_{ik} - x_{jk}| \quad (2)$$

Расстояния Евклида и Хэмминга обладают свойствами метрики 1)–3), так как удовлетворяют ее определению. Данные расстояния в метрическом пространстве помогают обнаружить, насколько объекты схожи друг с другом, но различие объектов не учитывается [1].

Как правило, особенность данных состоит в том, что мера сходства зависит не только от сходства объекта с определенным классом, но и от его сходства с другими (конкурирующими) классами. Такая мера сходства называется функцией конкурентного сходства (FRiS, от Function of Rival Similarity).

Для того чтобы вычислить сходства объектов, к примеру объекта x_1 из класса Y_1 и объекта x_2 из класса Y_2 , нужен конкурент z , который, в свою очередь, принадлежит классу Y_1 , когда сравнивается объект x_1 с объектом x_2 , и объект z принадлежит классу Y_2 , когда сравнивается принадлежность объекта x_2 к классу Y_1 .

$$F(z, x_1 | x_2) = \frac{d(z, x_1) - d(z, x_2)}{d(z, x_1) + d(z, x_2)} \quad (3)$$

FRiS-функция обладает следующими свойствами.

1. Область значений функции $F(z, x_1 | x_2)$ составляет отрезок $[-1; 1]$.
2. Функция $F(z, x_1 | x_2)$ возрастает, если z приближается к x_1 .
3. Если $d(z, x_1) = d(z, x_2)$, то $F(z, x_1 | x_2) = 0$.
4. $F(z, x_1 | x_2) = F(x_1, z | x_2) \neq F(z, x_2 | x_1)$.

FRiS-функция учитывает не только сходство объектов по отношению друг к другу, но и различия объектов по отношению к конкурирующему классу [2].

Для решения задачи классификации существует множество алгоритмов, одним из которых является алгоритм kNN (k Nearest Neighbor).

Алгоритм kNN

Вход: выборка

Выход: определение принадлежности к классу нового объекта

1. Вычислить расстояние до каждого из объектов обучающей выборки.
 2. Отобрать k объектов обучающей выборки, расстояние до которых минимально.
 3. Наиболее часто встречающийся класс среди k ближайших соседей классифицируемого объекта будет являться его классом.
-

Алгоритм определяет среди всех наблюдений k известных объектов, похожих на новый, неизвестный ранее объект. На основе классов ближайших соседей выполняется решение касательно нового объекта.

Результаты классификации алгоритма kNN напрямую зависят от выбранной метрики. Так, в метрическом пространстве, вычисляя с помощью расстояния Евклида или Хэмминга, в зависимости от входных данных, используется принцип минимакса для вычисления расстояния объектов из одного класса друг от друга.

Использование принципа минимакса в алгоритме kNN подразумевает минимизацию максимального расстояния объектов. Другими словами, имеется набор объектов (выборка), где с помощью расстояния Евклида или Хэмминга выявляются максимально дальние друг от друга объекты. Далее, выбирая количество ближайших соседей k к искомому объекту, ведется поиск минимального расстояния от максимально отдаленных объектов.

В конкурентном же пространстве в алгоритме kNN для определения близости объектов используется функция конкурентного сходства [3].

Программная реализация была написана на языке C++ в среде Microsoft VisualStudio 2015. В программе имеется контекстное меню, с помощью которого проводятся необходимые действия над объектами.

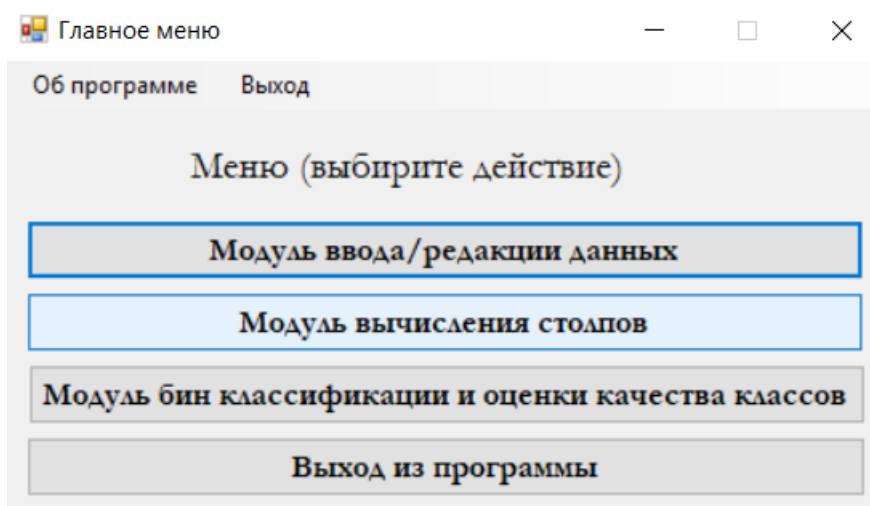


Рис. Контекстное меню

Актуальность данной работы заключается в разработке алгоритмов снижения размерности контекстов на основе FRIS-функций.

Применение теоретических знаний на практике продемонстрировало, что использование алгоритма kNN в конкурентном пространстве выявляет типичных представителей точнее, чем в метрическом пространстве. Такой вывод был ожидаем, исходя из других научных исследований в отношении эффективности функций конкурентного превосходства.

Список литературы

1. Деза Е. И., Деза М. М. Энциклопедический словарь расстояний. М. : Наука, 2008. 47 с.
2. Загоруйко Н. Г., Борисова И. А., Дюбанов В. В., Кутненко О. А., Леванов Д. А. Конкурентное сходство как универсальный базовый инструмент ког-

нитивного анализа данных // Онтология проектирования: научный журнал. 2015. Т. 5. № 1. С. 7–18.

3. Ле М. Х. Оптимизация алгоритма kNN для классификации текстов // Московский физико-технический институт : научный журнал. М., 2016. Т. 8. № 1. С. 92–94.

ПРОСТЫЕ ЧИСЛА И ЗАКОНЫ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ СКАТЕРТИ УЛАМА

З.Г. Зотов^{1*}

Научный руководитель Г.С. Сулейманова²
доктор физико-математических наук, профессор
Научный руководитель Т.П. Мансурова¹
кандидат физико-математических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Хакасский технический университет*

В настоящее время ведутся активные исследования поиска законов распределения простых чисел в связи со множеством открытых проблем в этой области. В 2005 г. был создан PrimeGrid – проект добровольных распределенных вычислений на платформе BOINC, целью которого является поиск различных простых чисел специального вида. По состоянию на 25 марта 2012 г. в нём приняли участие более 49 000 пользователей (156 565 компьютеров) из 188 стран. Большие простые числа (порядка 10 300) используются во многих криптографических алгоритмах, включая RSA и ElGamal. Простые числа также используются для генерации псевдослучайных чисел (в частности, в ГПСЧ «Вихрь Мерсенна»).

Среди нерешенных проблем в области простых чисел являются проблемы поиска наборов простых чисел с определенными свойствами. В частности, это поиск:

- 1) простых чисел-близнецов вида $(p, p + 2)$;
- 2) простых чисел-триплетов вида $(p, p + 2, p + 6)$ или $(p, p + 4, p + 6)$;
- 3) четверок простых чисел вида $(p, p + 2, p + 6, p + 8)$ или сдвоенных близнецов;
- 4) шестёрок простых чисел вида $(p, p + 4, p + 6, p + 10, p + 12, p + 16)$.

Новизна нашего исследования заключается в том, что мы рассматриваем четверки простых чисел вида $(p, p + 6, p + 10, p + 12)$, информации о которых найти в ходе анализа литературы нам не удалось. Причем, хотя эти четверки входят в шестерки, указанные в п. 4, в нашей работе получены наборы, не входящие ни в один из наборов п. 4. Таким образом, мы не могли воспользоваться полученными для этих шестерок результатами.

Целью исследования является изучение закономерностей, аналогичных тем, что возникают в скатерти Улама, при расположении натуральных чисел следующим образом. Расположим натуральные числа следующим образом:

1	8	9	16	17	24	25	32	33	40	41	48	49	56	57	64	65	72	73	80
2	7	10	15	18	23	26	31	34	39	42	47	50	55	58	63	66	71	74	79
3	6	11	14	19	22	27	30	35	38	43	46	51	54	59	62	67	70	75	78
4	5	12	13	20	21	28	29	36	37	44	45	52	53	60	61	68	69	76	77

* © Зотов З.Г., 2019

Отметим в этой таблице простые числа:

1	8	9	16	17	24	25	32	33	40	41	48	49	56	57	64	65	72	73	80
2	7	10	15	18	23	26	31	34	39	42	47	50	55	58	63	66	71	74	79
3	6	11	14	19	22	27	30	35	38	43	46	51	54	59	62	67	70	75	78
4	5	12	13	20	21	28	29	36	37	44	45	52	53	60	61	68	69	76	77

Видим, что получился отрезок, составленный из простых чисел: 61, 67, 71, 73.

Возникает вопрос: найдутся ли в данной таблице еще такие же отрезки простых чисел?

Данную задачу можно было бы решить простым перебором, то есть выписать достаточно большую часть таблицы и попытаться найти в ней указанные отрезки. Однако такой способ потребовал бы достаточно большого объема работы. Попытаемся сократить этот объем, получив вначале некоторые свойства указанных наборов простых чисел.

Обозначим первое число такого набора переменной p . Ясно, что в качестве p нужно брать нечетные числа, располагающиеся в нижней строке таблицы. Легко заметить, что они имеют вид

$$p = 8k + 5,$$

где k – натуральное число. Тогда следующие три числа равны, соответственно,

$$p + 6 = 8k + 11; \quad p + 10 = 8k + 15; \quad p + 12 = 8k + 17.$$

Формула $p = 8k + 5$ производит поиск просто числа слишком с коротким шагом и далее была выведена формула с большим шагом в виде:

$$p = 24n + 13.$$

Она позволяет сократить объем вычислений при проверке чисел

$$p, p + 6, p + 10, p + 12$$

на простоту как минимум в три раза.

Поиск нашего отрезка, состоящего из четырех простых чисел, расположенных в таблице по диагонали, осуществляется по вычислениям из формул до тех пор, пока мы не найдём нужный нам отрезок.

Считать вручную получилось бы долго и затруднительно. Была написана программа в PascalABC, которая проверяет число p на простоту (рис. 1).

Если число простое, то программа переходит на следующий шаг $p+6$ и также происходит проверка этого числа на простоту и в том же духе алгоритм повторяется до числа $p+12$.

Если этот алгоритм соблюдается, то на экране выходит четвёрка простых чисел, которую мы и искали (рис. 2).

```

uses crt;
var
  n,i,b,k,l,g:longint;
  c:boolean;
  h:word;
begin
  writeln('vvod m:');
  for n := 1 to 1000 do
    begin
      g:=24*n+13;
      if g = 2 then c := true
      else if not odd (g) then c := false
      else begin
          c := true;
          for i := 2 to g-1 do
            if g mod i = 0 then c := false
            end;

        if c then
          begin
            k:=g+6;
            h:=0;
            for i := 1 to k do begin
              if k mod i = 0 then inc(h);
            end;
            if (h=2) then
              begin
                b:=g+10;
                h:=0;
                for i := 1 to b do begin
                  if b mod i = 0 then inc(h)
                end;
                if (h=2) then
                  begin
                    l:=g+12;
                    h:= 0;
                    for i := 1 to l do begin
                      if l mod i = 0 then inc(h)
                    end;
                    if (h=2) then
                      begin
                        writeln('m= ',n);
                        writeln('p=',g,' True');
                        writeln('P+6=',k,' ',h=2);
                        writeln('P+10=',b,' ',h=2);
                        writeln('P+12=',l,' ',h=2);
                      end;
                    end;
                  end;
                end;
            end;
          end;
        end;
      end;
    end;
  end;

```

(c) Zotov,Minusinsk,2017

Рис. 1

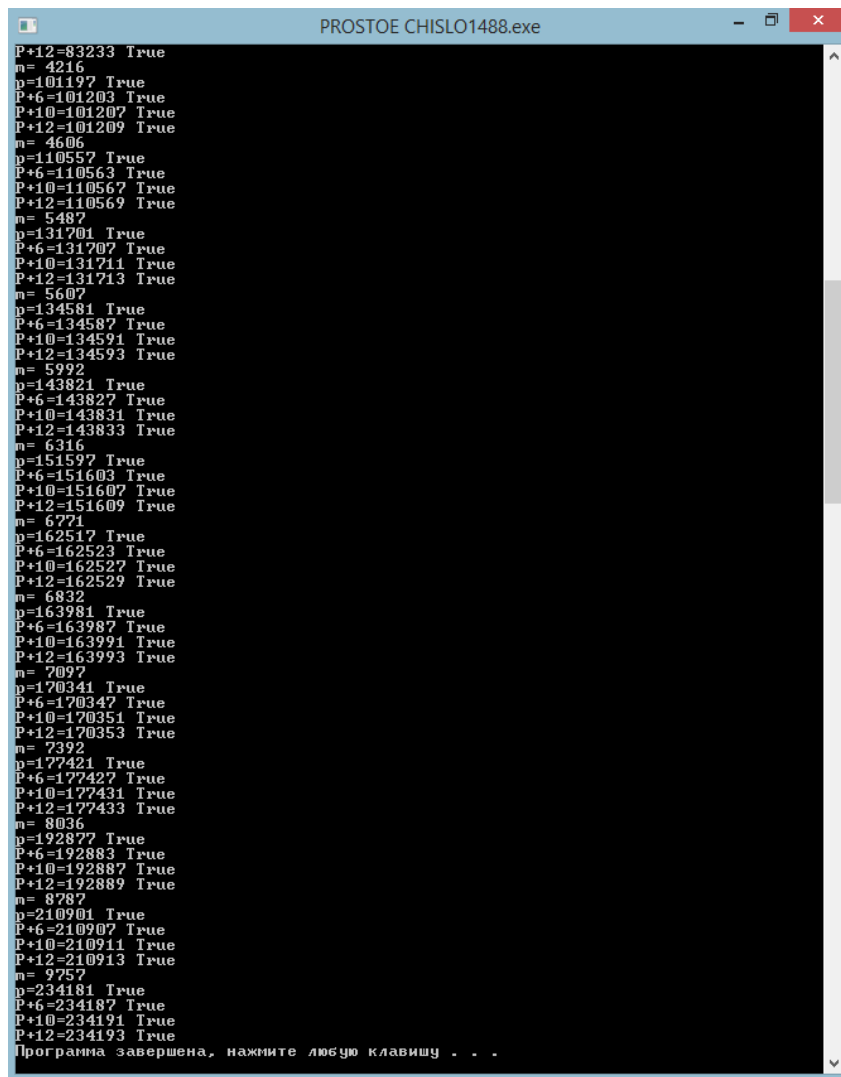


Рис. 2

Список литературы

1. Матиясевич Ю. В. Простые числа перечисляются полиномом от 10 переменных // Зап. научн. сем. ЛОМИ, 1977. Т. 68. С. 62–82.
2. Винниченко А. П. Простые числа, математическая статистика и ЭВМ // Научно-популярный физико-математический журнал Квант. 1988. № 8. С. 19–22.
3. Поршнева С. В. Об одной особенности распределения простых чисел на скатерти Улама // Фундаментальные исследования. 2013. № 8-5. С. 1075–1080.

СБАЛАНСИРОВАННЫЕ ЗНАКОВЫЕ ГРАФЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Э.И. Ибрагимова*

Научный руководитель В.В. Быкова
доктор физико-математических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Знаковым называется граф, в котором каждое ребро имеет положительный или отрицательный знак. Знаковый граф называется сбалансированным, если каждый его простой цикл положительный, где знак цикла определяется как произведение знаков входящих в него ребер. Понятие сбалансированности является обобщением понятия двудольности графа [1]. Знаковые графы были впервые введены Фрэнком Харари при рассмотрении проблем социальной психологии [2].

В настоящее время сбалансированные знаковые графы используются в различных приложениях. Они применяются в топологической теории графов и теории групп, в моделировании социальных сетей и кластеризации медицинских данных. В связи с широким применением сбалансированных знаковых графов актуальны исследования, направленные на разработку алгоритмов вычисления мер сбалансированности знакового графа, и сведение процессов вычисления этих мер к известным оптимизационным задачам. В работе сформулирована задача нахождения наибольшего сбалансированного подмножества ребер знакового графа как задача целочисленного программирования. Представлены результаты численных экспериментов, выполненные с помощью пакета программ CPLEX.

Формально знаковым графом называется пара $\Sigma = (G, \sigma)$, где $G = (V, E)$ является неориентированным графом, на ребрах которого задана функция знака $\sigma: E \rightarrow \{+, -\}$, $n = |V| \geq 2$, $m = |E| \geq 1$. Знак цикла определяется как произведение знаков ребер, образующих этот цикл. Очевидно, что цикл графа положительный, если он содержит четное число отрицательных ребер, и отрицательный, если он содержит нечетное число отрицательных ребер. Знаковый граф $\Sigma = (G, \sigma)$ называется сбалансированным, если любой его простой цикл положительный.

Необходимое и достаточное условие сбалансированности устанавливает следующая теорема.

Теорема (Картрайт – Харари, [2]). Знаковый граф $\Sigma = (G, \sigma)$ сбалансирован тогда и только тогда, когда множество его вершин V можно разбить на две доли A и B , одна из которых может быть пустой, таким образом, что $A \cup B = V$, $A \cap B = \emptyset$ и любое ребро, соединяющее вершины из одной доли, имеет знак «+», а ребра, соединяющие вершины из разных долей, имеет знак «-».

* © Ибрагимова Э.И., 2019

Сформулируем задачу поиска в знаковом графе наибольшего по мощности сбалансированного множества ребер (далее MAX-SET-BALANCED, MSB).

Условие. Задан знаковый граф $\Sigma = (G, \sigma)$, $n = |V| \geq 2$, $m = |E| \geq 1$.

Требуется найти наибольшее по мощности множество ребер $E' \subseteq E$, которое сбалансировано в $\Sigma = (G, \sigma)$.

Множество ребер $E' \subseteq E$ считается сбалансированным в $\Sigma = (G, \sigma)$, если порожденный подграф $\Sigma(E')$ сбалансирован. Задача MSB является NP-трудной. Действительно, в частном случае, когда в графе $\Sigma = (G, \sigma)$ все ребра отрицательные, задача MSB сводится к поиску в G двудольного подграфа с наибольшим числом ребер. Это эквивалентно решению известной задачи комбинаторной оптимизации – задачи о наибольшем разрезе графа (MAX-CUT), для которой доказана NP-трудность [3]. Вычислительная сложность задачи MSB свидетельствует о том, что для нее вряд ли существует алгоритм с полиномиальным временем работы. Задачу MSB можно сформулировать как задачу целочисленного программирования (ЦП) и решать с помощью с помощью пакета программ CPLEX.

Обозначим через E^+ множество положительных, а через E^- множество отрицательных ребер знакового графа $\Sigma = (G, \sigma)$, полагая, что $E^+ \cup E^- = E$, $E^+ \cap E^- = \emptyset$. Припишем каждой вершине $i \in V$ метку $l(i) = +1$ или $l(i) = -1$. Назовем полученный помеченный граф состоянием L знакового графа $\Sigma = (G, \sigma)$. Очевидно, что всякое состояние L знакового графа $\Sigma = (G, \sigma)$ определяет некоторое разбиение множества его вершин V на два подмножества A и $B = V \setminus A$. Пусть L – некоторое произвольное состояние знакового графа $\Sigma = (G, \sigma)$. Определим $n = |V|$ булевых переменных:

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если вершина } i \text{ имеет метку } l(i) = +1, \\ 0, & \text{если вершина } i \text{ имеет метку } l(i) = -1. \end{cases}$$

Введем еще $m = |E|$ булевых переменных:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если ребро } (i, j) \text{ согласованно относительно } L, \\ 0, & \text{если ребро } (i, j) \text{ не согласованно относительно } L. \end{cases}$$

Тогда MSB в терминах ЦП имеет вид:

$$\sum_{(i,j) \in E} y_{ij} \rightarrow \max \quad (1)$$

при условиях:

$$2y_{ij} - (2x_i - 1)(2x_j - 1) = 1, \quad (i, j) \in E^+, \quad (2)$$

$$2y_{ij} + (2x_i - 1)(2x_j - 1) = 1, \quad (i, j) \in E^-, \quad (3)$$

$$x_i \in \{0, 1\}, \quad i \in V, \quad (4)$$

$$y_{ij} \in \{0, 1\}, \quad (i, j) \in E. \quad (5)$$

Целевая функция (1) линейная, а ограничения (2)–(3) квадратичные.

В задаче (1)–(5) поиск оптимального решения осуществляется в пространстве $2n + m$ решений. Из них допустимыми являются те, которые удовлетворяют ограничениям (2) и (3). Целевая функция (1) означает максимизацию количества согласованных ребер, входящих в знаковый граф $\Sigma = (G, \sigma)$. Ограничения (2) и (3) обеспечивают условие согласованности положительных и отрицательных ребер соответственно. Решение задачи ЦП (1)–(5) можно находить с помощью пакета прикладных программ CPLEX, а также возможно применение приближенных методов решения, включая эвристики.

На основе CPLEX проведены численные эксперименты, цель которых заключалась в проверке адекватности математической модели рассматриваемой задачи (1)–(5) на тестовых графах. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Вычислительные эксперименты проводились на персональном компьютере со следующими характеристиками: Intel Core i7-3630QM CPU @ 2.40 GHz, 8Гб оперативной памяти, 64-разрядная операционная система Windows 8.1.

Таблица

Результаты вычислительных экспериментов

Знаковый граф $\Sigma = (G, \sigma)$ и его размер	Особенности структуры графа G	Особенности расстановки знаков ребер	Результат работы CPLEX	Время работы CPLEX, мс
$G1, n = 5, m = 4$	дерево	все ребра одного знака	все ребра дерева	10
$G2, n = 5, m = 4$	дерево	знаки ребер произвольные	все ребра дерева	12
$G3, n = 4, m = 4$	двудольный	все ребра одного знака	все ребра графа	10
$G4, n = 4, m = 4$	двудольный	знаки ребер произвольные	3 ребра	39

Заключение

В работе показано, что нахождение наибольшего сбалансированного подмножества ребер знакового графа является оптимизационной NP-трудной задачей. В связи с широким применением сбалансированных знаковых графов целесообразно продолжить их исследование в направлении разработки для них приближенных алгоритмов решения задачи MSB.

Список литературы

1. Емеличев В. А. Лекции по теории графов. М. : Наука, 1990.
2. Harary F. Structural Balance: A Generalization of Heider's Theory // Psychological Review. 1956. Vol. 63 (5). P. 277–293.
3. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. М. : Мир, 1982.

ВЕРОЯТНОСТНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МЕР ЗНАЧИМОСТИ АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ

В.С. Ивкин^{*}

Научный руководитель Д.В. Семенова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Основная цель интеллектуального анализа данных – поиск и извлечение закономерностей в большом объеме данных. Эти закономерности могут быть представлены как «ассоциативные правила» или «частые наборы элементов» [1]. Ассоциативные правила представляют собой механизм нахождения логических закономерностей между связанными элементами (событиями или объектами). Алгоритмы поиска ассоциативных правил основаны на анализе формальных понятий.

Анализируемое множество данных будем описывать бинарным контекстом $K=(G,M,I)$, где G – множество объектов, M – множество признаков, а $I \subseteq G \times M$ – отношение инцидентности такое, что $(g, x) \in I$ тогда и только тогда, когда объект g обладает свойством x . Ассоциативным правилом r на множестве признаков M контекста $K=(G,M,I)$ называется упорядоченная пара $r=(A,B)$, где $A, B \subseteq M$ [2, 3]. Ассоциативное правило $r=(A,B)$ принято обозначать $A \rightarrow B$.

Решение задачи поиска ассоциативных данных осложнено проблемой размерности: большой объем входных данных влечет значительное количество правил на выходе. Кроме того, многое из полученного набора правил могут не представлять интереса для конечного пользователя. Для решения проблемы количества и качества правил были предложены различные меры численного измерения значимости ассоциативных правил [4, 5]. Меры значимости могут использоваться на разных этапах интеллектуального анализа (рис. 1).

Под мерой значимости ассоциативного правила $r=(A,B)$ будем понимать числовую функцию $\mu : 2^M \times 2^M \rightarrow R$, «измеряющую» важность/значимость/интерес ассоциативного правила r контекста K .

В интеллектуальном анализе данных выделяют традиционные и специфические меры значимости. Традиционные меры значимости (поддержка и достоверность) служат фильтром для выбора подгруппы потенциально интересных ассоциативных правил. Специфические меры значимости могут использоваться в качестве второго фильтра, чтобы сохранить только те правила, которые действительно интересны для пользователя. В общем случае задача поиска ассоциативных правил в бинарном контексте K формулируется следующим образом.

^{*} © Ивкин В.С., 2019

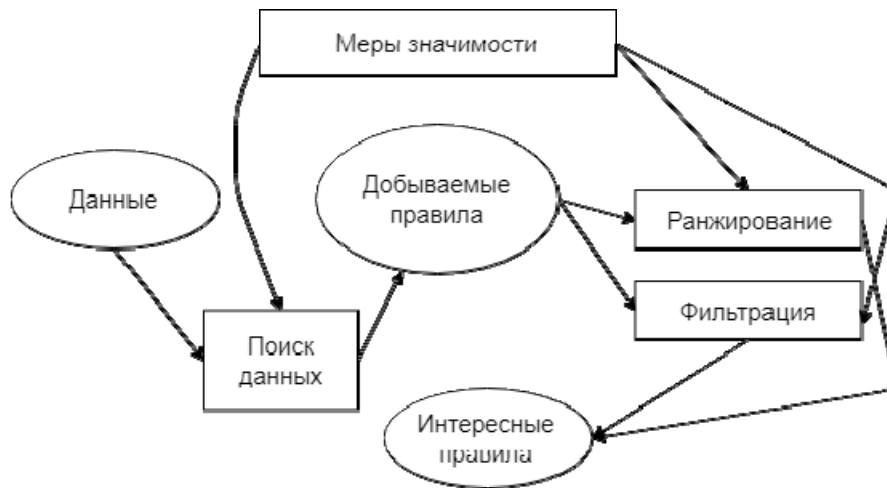


Рис. 1. Использование мер значимости в процессе интеллектуального анализа данных

Для заданного бинарного контекста $K = (G, M, I)$, найти множество AR всех ассоциативных правил $A \rightarrow B$, $A, B \subseteq M$, удовлетворяющих условиям:

$$\begin{cases} \mu_1(A \rightarrow B) \geq \theta_1, \\ \dots \\ \mu_k(A \rightarrow B) \geq \theta_k, \end{cases} \quad (1)$$

где $\{\mu_1(r), \dots, \mu_k(r)\}$ – меры значимости ассоциативных правил, а $\{\theta_1, \dots, \theta_k\}$ – соответствующие им пороговые значения.

Тип модели при решении задачи поиска ассоциативных правил зависит от используемых в (1) мер значимости (см. табл. 1). Известны алгоритмы (Apriori, Close, MClose) для решения задачи поиска ассоциативных правил в рамках модели типа «поддержка-достоверность» [2, 3, 6]. В настоящее время активно изучаются модели типа «поддержка-достоверность-зависимость» [3, 4], в которых вводится, помимо поддержки и достоверности, специальная мера, являющейся еще одним параметром для выбора или отклонения правила.

В таблице приведена вероятностная и алгебраическая интерпретация наиболее часто используемых мер значимости ассоциативного правила.

Вероятностный анализ мер значимости позволяет выявить возможный диапазон значений специфических мер и оценить зависимость между посылкой и заключением. В качестве примера рассмотрим меру значимости *Lift* (последняя строка таблицы). Найдем диапазон значений, используя границы Фреше для вероятности пересечения событий [7]:

$\max\left(\frac{P(B) - (1 - P(A))}{P(A)P(B)}, 0\right) \leq Lift \leq \min\left(\frac{1}{P(B)}, \frac{1}{P(A)}\right)$. Здесь возможны следующие четыре

ситуации. Если $1 - P(A) \leq P(B) \leq P(A)$, тогда $\frac{P(B) - (1 - P(A))}{P(A)P(B)} \leq Lift \leq \frac{1}{P(A)}$. Если

$P(A) \leq P(B) \leq 1 - P(A)$, тогда $0 \leq Lift \leq \frac{1}{P(B)}$. Если $P(A) \leq P(B)$ и $P(B) \geq 1 - P(A)$, тогда

$\frac{P(B) - (1 - P(A))}{P(A)P(B)} \leq Lift \leq \frac{1}{P(B)}$. Если $P(A) \leq P(B)$ и $P(B) \leq 1 - P(A)$, тогда $0 \leq Lift \leq \frac{1}{P(A)}$. На рис. 2 приведены иллюстрации зависимости меры значимости *Lift* от традиционных мер значимости (поддержки $\delta(A \rightarrow B)$ и достоверности $\gamma(A \rightarrow B)$).

Таблица

Вероятностная и алгебраическая интерпретация мер значимости ассоциативного правила

Мера	Вероятностная интерпретация	Алгебраическая интерпретация	Кем введена
Поддержка	$P(AB)$	$\delta(A \rightarrow B)$	Agrawal et al. 1996
Достоверность	$P(B A)$	$\gamma(A \rightarrow B) = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)}$	Agrawal et al. 1996
Влияние	$Lev = P(B A) - P(A)P(B)$	$Lev = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)} - \delta(A)\delta(B)$	Piatetsky-Shapiro 1991
Добавочная ценность	$AD = P(B A) - P(B)$	$AD = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)} - \delta(B)$	Tan et al. 2004
Точность	$Acc = P(AB) + P(\overline{AB})$	$Acc = \delta(A \rightarrow B) + \delta(\overline{A} \rightarrow \overline{B})$	Holte, 1993
Интересность	$Lift = \frac{P(B A)}{P(B)} = \frac{P(AB)}{P(A)P(B)}$	$Lift = \frac{\delta(A \rightarrow B)}{\delta(A)\delta(B)}$	Brin et al., 1997

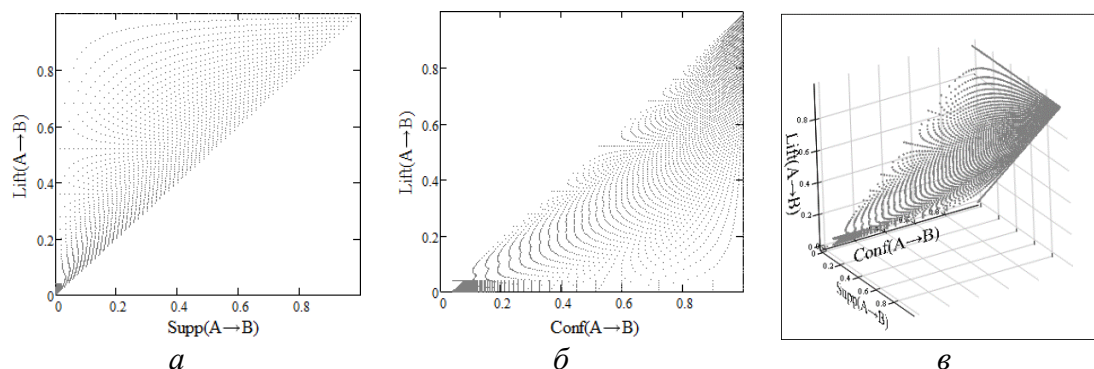


Рис. 2. Взаимосвязь мер значимости: *a* – интересность/поддержка; *б* – интересность/достоверность; *в* – интересность/поддержка/достоверность

Список литературы

1. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск : Из-во Ин-та математики. 1999. 270 с.
2. Быкова В. В., Катаева А. В. О избыточном представлении минимаксного базиса строгих ассоциативных правил // ПДМ. 2017. № 36. С. 113–126.
3. Городецкий В. И., Самойлов В. В. Ассоциативный и причинный анализ и ассоциативные байесовские сети // Тр. СПИИРАН. 2009. № 9. Р. 13–65.
4. Piatetsky-Shapiro G. Discovery analysis, and presentation of strong rules. Knowledge Discovery in Databases. 1991. P. 229–248.

5. Brin S., Motwani R., Silverstein C. Beyond market baskets: generalizing association rules to correlations // Proc. of the ACM SIGMOD Intern. Conf. On Management of Data. 1997. P. 255–264.

6. Aggarwal C. C., Yu P. S. A new framework for itemset generation. Proceedings of the 1998 ACM symposium on principles of database systems // Seattle, 1998. P. 18–24.

7. Семенова Д. В., Лукьянова Н. А. Рекуррентное построение распределений вероятностей конечных случайных множеств : монография // Сиб. федер. ун-т, Ин-т математики и фундамент. информатики. Красноярск : СФУ, 2018. 134 с.

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ПРАВИЛ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ПАНКРЕАТИТА

А.И. Ионкина^{1*}

Научный руководитель Д.В. Семенова^{1,2}
кандидат физико-математических наук, доцент
Научный руководитель Е.Е. Голденко^{1,2}
кандидат физико-математических наук, доцент

¹*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого*
²*Сибирский федеральный университет*

Постановка диагноза и оценка степени тяжести течения острого панкреатита (ОП) фактически является задачей классификации, для решения которой актуально применение математических моделей в целях создания системы поддержки принятия решений врача. Человеческий организм – сложная система, состояние которой описывает множество количественных и качественных показателей, точное измерение которых практически невозможно осуществить, кроме того, специфика медицинских данных такова, что они часто бывают неполными [1, 2]. Поэтому наиболее удобным инструментом математического моделирования этих показателей является нечеткое множество. Главное преимущество нечеткой модели в том, что можно довольствоваться значительно меньшими объемами информации и эта информация может иметь нечеткий характер [3].

Существуют несколько типов нечетких моделей, одна из основных и часто используемых – модель Мамдани, когда сложная система рассматривается как черный ящик, для которого характерна недостаточность информации о происходящих внутри него физических явлениях; не известны законы, преобразующие входные переменные в выходные. В работе для нечеткой модели классификации степени тяжести панкреатита предлагается модель Мамдани со множеством входов и одним выходом [3].

По данным клинических, лабораторных и инструментальных исследований сформирована обучающая выборка из 69 пациентов, с диагнозом панкреатит, описанных 44 признаками, среди которых 25 количественных и 19 номинальных. Для всех пациентов также была известна степень тяжести заболевания. Множество пациентов из обучающей выборки обозначим $X = \{X_1, \dots, X_n\}$, где элементом множества является пациент $X_i \in X$, известная по обучающей выборке степень тяжести панкреатита разбивает все множество пациентов выборки на три непересекающихся подмножества. В рамках модели Мамдани пациент X_i рассматривается как система типа MISO, в которой входами являются все всевозможные результаты обследования, представляющие собой координа-

* © Ионкина А.И., 2019

ты вектора $X_i = (x_1, \dots, x_m)$, а выход всего один – степень тяжести заболевания Y [4].

Для построения нечеткой модели классификации необходимо задать лингвистическую базу правил. Учитывая имеющиеся в наличии выборочные данные и основываясь на существующих медицинских шкалах оценки тяжести панкреатитов (SAPS, Ranson и клинико-лабораторных критериев – признаков ССВО), в качестве лингвистических переменных (входных параметров) выбраны количественные признаки: гемоглобин, лейкоциты, глюкоза, мочевины, артериальное давление, которые соответственно обозначили x_1, \dots, x_m , $m = 5$. В качестве выходной лингвистической переменной взята степень тяжести ОП Y . Для каждой лингвистической переменной x_j , $j = \overline{1,5}$, определены универсумы (множества их возможных значений), множества-термы A_{jk} , $k = \overline{1,3}$, заданы функции принадлежности этих термов $\mu_{A_{jk}}(x_j)$, $k = \overline{1,3}$ [5]. Например, лингвистическая переменная с именем x_1 – «гемоглобин» определена на универсальном множестве $U = [50; 200]$, множество термов $T = \{\text{Низкий, Средний, Высокий}\}$ с функциями принадлежности треугольного типа. Параметры функции принадлежности терма «Низкий» $\mu_{A_1}(x_1)$: $a = 50, b = 80, c = 125$; терма «Средний» $\mu_{A_2}(x_1)$: $a = 90, b = 120, c = 150$; терма «Высокий» $\mu_{A_3}(x_1)$: $a = 125, b = 170, c = 200$ (рис. 1).

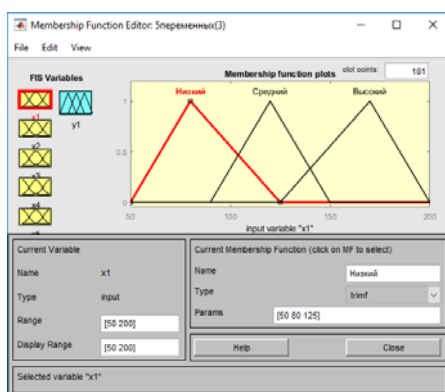


Рис. 1. ФП переменной x_1 в Membership Function Editor

Для выходной лингвистической переменной Y тоже определено универсальное множество $U = [0; 4]$, терм-множества B_l , $l = \overline{1,3}$, где B_1, B_2, B_3 – соответственно первая, вторая, третья степени тяжести ОП. Заданы треугольные функции принадлежности этих термов $\mu_{B_l}(x_j)$, $l = \overline{1,3}$.

Сформирована лингвистическая база из 30 конъюнктивных нечетких правил, определения степени тяжести ОП. Например: 1) ЕСЛИ: гемоглобин = «Средний» И лейкоциты = «N» И глюкоза = «N» И мочевины = «N» И артериальное давление = «Средний», ТО степень тяжести = 1; 2) ЕСЛИ: гемоглобин = «Высокий» И лейкоциты = «Высокий» И глюкоза = «Высокий» И моче-

вина = «Высокий» И артериальное давление = «Средний», ТО степень тяжести = 3. Фрагмент лингвистической базы правил приведен на рис. 2.

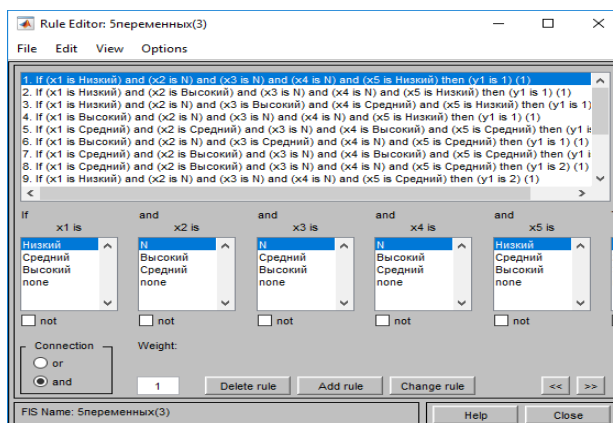


Рис. 2. Нечеткая база знаний Мамдани в RuleEditor

Каждое правило, определяя важную типовую особенность поведения системы, задает в пространстве $X \times Y$ нечеткую точку, а все множество таких точек формирует нечеткий график, механизм интерполяции между точками которого зависит от используемого аппарата нечеткой логики.

Предложенная нечеткая модель реализована в пакете визуального моделирования Simulink с системой нечеткой логики Fuzzy Logic Toolbox прикладной программы MatLab. Выбор вида функций принадлежности, их параметров и выбор используемых операторов производился методом проб и ошибок, корректировался на основе данных обучающей выборки.

Построенная учебная нечеткая модель определения степени тяжести панкреатита может являться частью системы поддержки принятия решений врача на этапе диагностики степени тяжести острого панкреатита.

Список литературы

1. Попов А. Е. Острый панкреатит. Современные принципы диагностики и лечения : учеб.-метод. пособие. Красноярск : Тип. КрасГМУ, 2018. 46 с.
2. Подолужный В. И. Острый панкреатит: современные представления об этиологии, патогенезе, диагностике и лечении // Фундаментальная и клиническая медицина. 2017. Т. 2. № 4. С. 62–71.
3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление [Электронный ресурс] / пер. с англ. А. Г. Подвесовского, Ю. В. Тюменцева. 3-е изд. (эл.). М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. 798 с.
4. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М. : Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.
5. Sivanandam S. N., Sumathi S., Deepa S. N. Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. Heidelberg : Springer-Verlag, 2007. 430 p.

ПОЛУЛАГРАНЖЕВЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ НЕРАЗРЫВНОСТИ

А.С. Керп^{*}

Научный руководитель Е.В. Кучунова
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время конечно-разностные схемы получили большое распространение и развитие в вычислительной математике, но их применение накладывает определенные ограничения на шаг по времени для обеспечения устойчивости. С 1960-х гг. параллельно начал развиваться другой подход, вытекающий из метода характеристик и позволяющий для ряда задач использовать большие шаги по времени и сократить время расчетов. Совокупность таких методов называется полулагранжевым подходом. Современные версии метода основаны на интегральном соотношении при переходе с одного временного слоя на следующий слой.

Пусть $\Omega \subset \mathbb{R}^2$ – прямоугольная область $(0,1) \times (0,1)$ с границей $\partial\Omega$, а $\bar{\Omega} = \Omega \cup \partial\Omega$. На замкнутом множестве $[0, T] \times \bar{\Omega}$ рассмотрим двумерное уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial y} = f,$$

где $\rho(t, \mathbf{x})$ – искомая функция; $u(t, \mathbf{x})$, $v(t, \mathbf{x})$ – достаточно гладкие известные функции, компоненты вектора скорости $U = (u, v)$; $f(t, \mathbf{x})$ – известная функция; $\mathbf{x} = (x, y)$.

Граница $\partial\Omega$ состоит из объединения трех частей: $\partial\Omega = \Gamma_{in} \cup \Gamma_{out} \cup \Gamma_{rigid}$, где Γ_{in} – граница втекания, Γ_{out} – граница вытекания и Γ_{rigid} – граница с твердой стенкой. Полагаем, что на них выполнены соответственно условия

$$(U \cdot n)|_{\Gamma_{in}} \leq 0, \quad (U \cdot n)|_{\Gamma_{out}} \geq 0, \quad U|_{\Gamma_{rigid}} \equiv 0,$$

где n – двумерный вектор внешней нормали к границе $\partial\Omega$.

Известны начальные и граничные условия:

$$\begin{aligned} \rho(t, \mathbf{x}) &= \rho_{init}(\mathbf{x}) \quad \forall \mathbf{x} \in \bar{\Omega}, \\ \rho(t, \mathbf{x}) &= \rho_{in}(t, \mathbf{x}) \quad \forall (t, \mathbf{x}) \in [0, T] \times \Gamma_{in}, \end{aligned}$$

где $\rho_{init}(\mathbf{x})$ и $\rho_{in}(t, \mathbf{x})$ – известные достаточно гладкие функции.

Строится равномерная сетка:

^{*} © Керп А.С., 2019

$$\overline{\Omega}_h = \{(x_i, y_j) : x_i = ih; y_j = jh; i, j = 0, \dots, N\} \text{ на } \overline{\Omega},$$

$$T_\tau = \{t_k : t_k = k\tau; k = 0, \dots, K\} \text{ на } [0, T],$$

$$h = 1/N, \tau = T/K.$$

Каждому узлу $x_{i,j} = (x_i, y_j)$ сетки $\overline{\Omega}_h$ сопоставим окрестность

$$\omega_{i,j} = (x_i - h/2, x_i + h/2) \times (y_j - h/2, y_j + h/2) \cap \overline{\Omega}.$$

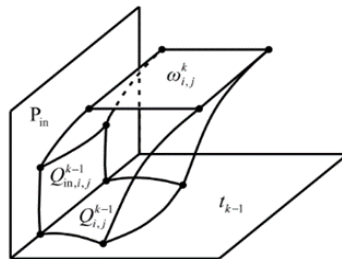
Решение задачи ищется в виде кусочно-постоянной функции $\rho^h(t, X)$, которая на каждом временном слое t_k постоянна в каждой окрестности $\omega_{i,j}^k = \{t_k\} \times \omega_{i,j}$.

Построим траектории движения точек A , принадлежащих границе ω , с верхнего слоя t_k на нижний слой t_{k-1} , образующие в плоскости точки B , принадлежащие четырехугольнику Q с криволинейными сторонами. Траектория движения определяется решением задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{x}}{dt} = u(t, \tilde{x}, \tilde{y}) \\ \frac{d\tilde{y}}{dt} = v(t, \tilde{x}, \tilde{y}) \end{cases} \quad t \in [t_{k-1}, t_k],$$

$$\tilde{x}(t_k) = A^x, \tilde{y}(t_k) = A^y.$$

Если ω расположен достаточно близко к Γ_{in} , то некоторые траектории достигают и образуют на Γ_{in} множество Q_{in} .



Для решения задачи справедливо равенство

$$\int_{\omega} \rho(t_k, \mathbf{x}) d\mathbf{x} = \int_Q \rho(t_{k-1}, \mathbf{x}) d\mathbf{x} + I(Q_{in}) + \int_{t_{k-1}}^{t_k} \int_{Q(t)} f(t, \mathbf{x}) d\mathbf{x} dt, \quad (1)$$

$$I(Q_{in}) = \begin{cases} \int_{Q_{in}} u(t, \mathbf{x}) \cdot \rho_{in}(t, \mathbf{x}) ds, & Q_{in} \neq \emptyset \\ 0, & \text{иначе} \end{cases},$$

где $Q(t)$ – фигура на текущем слое по t , ограниченная траекториями со слоя t_k на слой t_{k-1} .

Для вычисления интегралов тождества (1) используем приближения

$$\int_{\omega_{i,j}^k} \rho(t_k, \mathbf{x}) d\mathbf{x} \approx \rho_{i,j}^k \text{meas}(\omega_{i,j}) \quad , \quad \int_{Q_{i,j}^{k-1}} \rho(t_{k-1}, \mathbf{x}) d\mathbf{x} = \rho_{i,j}^{k-1} \text{meas}(Q_{i,j}^{k-1}) \quad , \quad (2)$$

где $\text{meas}(\omega_{i,j})$ и $\text{meas}(Q_{i,j}^{k-1})$ – площади множеств $\omega_{i,j}$ и $Q_{i,j}^{k-1}$ соответственно.

Интеграл от $f(t, \mathbf{x})$ в правой части (1) запишем как

$$\int_{t_{k-1}}^{t_k} \int_{Q(t)} f(t, \mathbf{x}) d\mathbf{x} = \frac{r}{2} \left[\int_{\omega_{i,j}} f(t_k, \mathbf{x}) d\mathbf{x} + \int_{Q_{i,j}^{k-1}} f(t_{k-1}, \mathbf{x}) d\mathbf{x} \right],$$

где интегралы по $\omega_{i,j}^k$ и $Q_{i,j}^{k-1}$ вычисляются аналогично (2).

Численное решение ρ^h в узле (t_k, x_i, y_j) , согласно (1), зададим по формуле

$$\rho_{i,j}^{h,k} = \frac{1}{\text{meas}(\omega_{i,j})} \left(\int_{Q_{i,j}^{k-1}} \rho^h(t_{k-1}, \mathbf{x}) d\mathbf{x} + \int_{Q_{im,j}^{k-1}} \rho_{im}^h u^h dS + \int_{t_{k-1}}^{t_k} \int_{Q(t)} f(t, \mathbf{x}) d\mathbf{x} \right).$$

Вычисления производятся последовательно по слоям по времени.

Проведенные вычислительные эксперименты на серии тестовых задач подтверждают первый порядок сходимости вычисленного решения к точному в дискретном аналоге нормы пространства L_1 , а также выполнение балансового соотношения.

Список литературы

1. Iske A., Kaser M. Conservative Semi-Lagrangian Advection on Adaptive Unstructured Meshes // Numerical Methods for Partial Differential Equations. 2004. № 20. С. 388–411.
2. Crouseilles N., Respaud T., Sonnendrucker E. A Forward semi-Lagrangian Method for the Numerical Solution of the Vlasov Equation // Computer Physics Communications. 2009. № 180. С. 1730–1745.
3. Шашкин В. В. Локально-консервативный полулагранжев алгоритм численного решения уравнения переноса на сфере в трехмерном случае, в z-системе координат по вертикали // Труды Гидрометцентра России. 2012. № 348. С. 64–82.
4. Вяткин А. В., Кучунова Е. В., Шайдуров В. В. Использование адаптивных сеток при решении двумерного уравнения неразрывности полулагранжевым методом // Сиб. электрон. матем. изв. 2016. № 13. С. 1219–1228.

АЛГОРИТМ MONTE-CARLO TREE SEARCH

Н.И. Кожевников*

Научный руководитель Б.В. Олейников
кандидат философских наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Алгоритм Monte-Carlo Tree Search (MCTS) – это эвристический алгоритм для некоторых процессов принятия решения. Как правило, алгоритм используется в процессах планирования.

Исследовательский интерес к алгоритму MCTS и наличию потенциальной возможности его применения возник после успеха в компьютерном Го. Теоретически, за исключением игр, алгоритм MCTS может быть применен к другим областям, которые можно описать в виде пар «состояние-действие» и в которых можно провести моделирование для прогнозирования последствий.

Основной принцип алгоритма базируется на выборе наиболее удачных ходов, расширяя дерево решений на основе случайной выборки в области поиска. Алгоритм делится на четыре шага, повторяемые необходимое число раз:

- selection (выбор) – из корневого узла R рекурсивно выбирается наиболее перспективный узел в дереве, пока не будет достигнут листовой узел L;
- expansion (расширение) – если листовой узел L не является конечным (то есть этот узел не завершает игру), то создается дочерний узел C;
- simulation (симуляция) – запускается симуляция, используя информацию о ходе из узла C, пока не будет достигнут результат;
- backpropagation (обратное распространение) – результат симуляции распространяется от нового листового узла C вверх по дереву до корневого узла R.

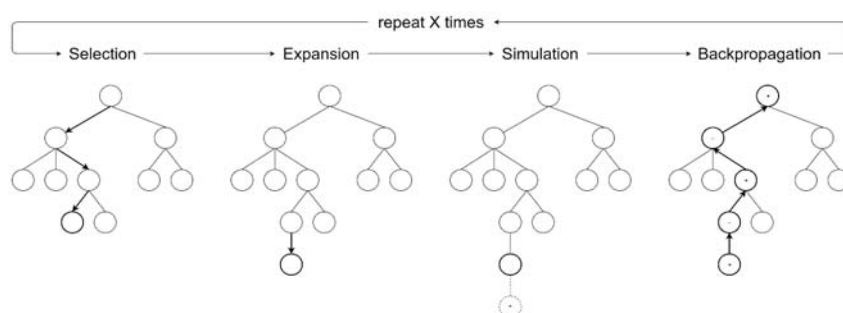


Рис. Графическое представление алгоритма Monte-Carlo Tree Search

Каждый узел в дереве содержит информацию о ходе, общее количество использований узла и количество успешных использований узла (например, количество побед в партии с использованием данного хода).

* © Кожевников Н.И., 2019

Для выбора узла используется метод Upper Confidence Bound for Trees (UCT; верхняя доверительная граница для деревьев), который позволяет исследовать наиболее перспективные узлы, сохраняя баланс между использованием удачных решений и поиском новых. Метод можно описать следующим образом.

Пусть v – исследуемый узел в дереве, p – родительский узел узла v . Тогда

$$UCT_v = \frac{w_v}{n_v} + C \cdot \sqrt{\frac{\ln(n_p)}{n_v}}, \quad (1)$$

где w_v – количество удачных использований узла v ; n_v, n_p – общее количество использований узлов v и p соответственно; C – константа, выбираемая экспериментально.

Особенностью алгоритма является то, что он по умолчанию использует случайную выборку для шагов расширения и симуляции, случайно выбирая последующие ходы. Несмотря на это, возможна модификация алгоритма таким образом, что он будет использовать более обоснованные ходы для получения наилучших результатов. Но при этом возможна потеря в производительности.

Итого, к преимуществам алгоритма можно отнести:

- эвристический – алгоритм MCTS может работать даже без каких-либо знаний об области, в которой его собираются применить;
- асимметричный – результатом работы алгоритма служит дерево решений, которое имеет больше всего дочерних узлов у удачных ходов;
- простой – алгоритм прост в реализации.

Недостатки алгоритма основываются на том, что MCTS необходимо время на поиск оптимального решения. Таким образом, выделяют два недостатка: скорость и сила игры. Если вместо случайного выбора использовать обоснованный выбор (то есть предоставить функцию, которая будет делать выбор, основываясь на текущих данных), то уменьшится скорость работы алгоритма. Кроме того, если алгоритм необходимо выполнять за фиксированное время, то возможно уменьшение силы игры, так как для поиска оптимального решения может потребоваться гораздо больше времени и количества итераций.

Список литературы

1. Bouzy В. History and Territory Heuristics for Monte Carlo go // New Mathematics and Natural Computation, 2006.

СРАВНЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЙ ДВУХ АЛГОРИТМОВ ПОЛУЛАГРАНЖЕВОГО МЕТОДА ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ ДВУМЕРНОГО УРАВНЕНИЯ НЕРАЗРЫВНОСТИ

А.С. Кондратов*

Научный руководитель Е.В. Кучунова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Уравнение неразрывности входит в состав многих математических моделей. Одним из методов численного решения уравнения неразрывности является полулагранжевый метод. В нём поиск численного решения на каждом слое по времени раскладывается на три составляющие: аппроксимация интеграла на верхнем слое по времени, на котором решение еще не известно; построение характеристик (траекторий) с верхнего временного слоя на нижний слой; приближенное вычисление интеграла на нижнем слое по времени.

В работе представлено две реализации алгоритмов численного решения двумерного уравнения неразрывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} + \frac{\partial(v\rho)}{\partial y} = 0, \quad x \in \Omega \subset \mathbb{R}^2, t \in [0, T], \quad (1)$$

здесь $\rho(t, x, y)$ – неизвестная функция плотности, $U(u(t, x, y), v(t, x, y))$ – вектор скорости. Считаем, что функции u, v достаточно гладкие и известны в области $[0, T] \times \bar{\Omega}$. Граница $\partial\Omega$ состоит из объединения трёх частей: $\partial\Omega = \Gamma_{in} \cup \Gamma_{out} \cup \Gamma_{rigid}$, где Γ_{in} – граница втекания (отрезок прямой $x = 0$), Γ_{out} – граница вытекания (отрезок прямой $x = 1$), Γ_{rigid} – граница с твёрдой стенкой. Дополнительно функция $\rho(t, x, y)$ известна в начальный момент по времени и на границе втекания.

Полулагранжевый метод основан на балансовом интегральном соотношении [1, 2] при переходе с одного временного слоя t_{k-1} на следующий слой t_k :

$$\int_{\Omega} \rho(t_k, x, y) d\Omega = \int_{Q} \rho(t_{k-1}, x, y) dQ + I(Q_{in}), \quad (2)$$

где Ω – произвольный четырёхугольник на k -ом слое по времени, Q – четырёхугольник с криволинейными сторонами на t_{k-1} слое по времени, вершины которого определяются характеристическими траекториями (1). В случае если Ω расположен достаточно близко к границе втекания, некоторые характеристические траектории достигают границы Γ_{in} , в этом случае в (2) возникает интеграл по области Q_{in} (рис. 1):

* © Кондратов А.С., 2019

$$I(Q_{in}) = \begin{cases} \int_Q (U \cdot n) \rho_{in}(t, x, y) dQ_{in}, & \text{если } Q_{in} \neq \emptyset; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

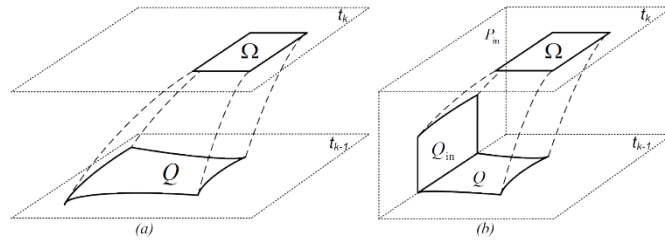


Рис. 1. Основная идея полулагранжевого метода

Границы четырёхугольника Q на нижнем слое по времени определяются решением задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\frac{d\tilde{x}}{dt} = u(t, \tilde{x}, \tilde{y}), \quad \frac{d\tilde{y}}{dt} = v(t, \tilde{x}, \tilde{y}), \quad (3)$$

с начальными данными $\tilde{x}(t_k) = V_x$, $\tilde{y}(t_k) = V_y$, где $V = (V_x, V_y)$ – вершины Ω .

Для аппроксимации интегралов в (2) применяется кусочно-постоянная интерполяция неизвестной функции на каждом слое по времени. В настоящее время разработано множество различных методов для вычисления интеграла от кусочно-постоянной функции на $(k-1)$ -м слое по времени, где решение считается известным. В данной работе предлагается оригинальный алгоритм, основанный на построении простых многоугольников из вершин произвольного четырёхугольника и использование формулы площади Гаусса. Достоинством этого метода вычисления интеграла на нижнем слое по времени является его универсальность и независимость от шага по времени. Формула для вычисления плотности на k -м слое по времени получается следующая:

$$\rho_{i,j}^{h,k} = \frac{1}{\text{meas}(\Omega_{i,j})} \left(\int_{R_{i,j}^{k-1}} \rho^h(t_{k-1}, x, y) d\Omega + \int_{R_{i,j}^{k-1}} \rho_{in}^h u^h dS \right).$$

Дополнительно рассматривался метод расщепления двумерной задачи (1) на две одномерных:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(2u\rho)}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(2v\rho)}{\partial y} = 0, \quad (4)$$

Для построения численного алгоритма решения одномерных задач (4) применяется аналогичные интегральные тождества [3, 4]:

$$\int_{x_{i-1/2}}^{x_{i+1/2}} \rho(t^k, x, y_j) dx = \int_{Q_{x,i}^{k-1}} \rho(t^{k-1}, x, y_j) dx, \quad \int_{y_{j-1/2}}^{y_{j+1/2}} \rho(t^k, x_i, y) dy = \int_{Q_{y,j}^{k-1}} \rho(t^{k-1}, x_i, y) dy \quad (5)$$

Здесь $Q_{x,i}^{k-1}$ и $Q_{y,i}^{k-1}$ – проекции окрестностей $(x_{i-1/2}, x_{i+1/2})$ и $(y_{j-1/2}, y_{j+1/2})$ соответственно. Использование кусочно-постоянной интерполяции неизвестной функции $\rho(t, x, y)$ на каждом слое по времени, позволяет аппроксимировать значения интегралов в (5):

$$\rho_{ij}^k = \frac{1}{2h} (I_{x,i}^{k-1} + I_{y,j}^{k-1} + I_{x,in}^{k-1}), \quad (7)$$

где $I_{x,i}^{k-1}$, $I_{y,i}^{k-1}$ – вычисленные значения одномерных интегралов по множествам $Q_{x,i}^{k-1}$, $Q_{y,i}^{k-1}$ на $(k-1)$ -м слое по времени.

Для тестовых расчетов рассматривалась задача (1)–(3) с известным точным решением:

$$x_c(t) = x_0 + R_c (\cos(2\pi t) - 1), \quad y_c(t) = y_0 + R_c \sin(2\pi t),$$

$$\rho(t, x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } (x - x_c(t))^2 + (y - y_c(t))^2 \leq R; \\ 0, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Скорости задавались следующими формулами:

$$u(t, x, y) = -2\pi R_c \sin(2\pi t), \quad v(t, x, y) = 2\pi R_c \cos(2\pi t).$$

Здесь $x_0 = 0.75$, $y_0 = 0.5$, $R = 0.1$, $R_c = 0.25$.

На рис. 2 представлены профили графиков точного и вычисленных решений, полученных первым и вторым методами. Несложно заметить, что первый метод значительно меньше сглаживает разрывные решения по сравнению со вторым методом.

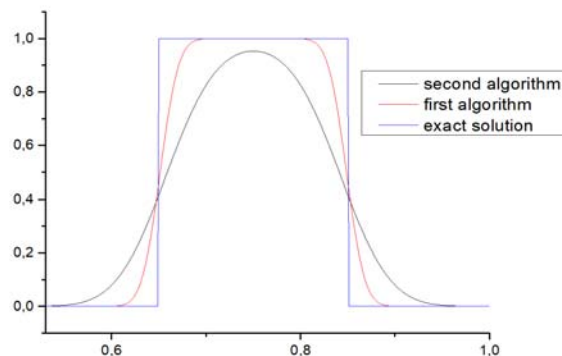


Рис. 2. Численное и точное решение тестовой задачи

Также методы сравнивались по скорости выполнения и размеру требуемой оперативной памяти. Результаты такого сравнения следующие. Время расчетов по первому методу в 1,5–4 раза больше, чем время расчетов по второму методу. Также первый метод требует значительно больше оперативной памяти. Хотя второй метод больше сглаживает решение в окрестностях разрыва, его применение может быть оправдано в случае использования более мелкой сетки.

Проведенные вычислительные эксперименты подтверждают первый порядок сходимости для обеих модификаций вычислительного метода.

Список литературы

1. Вяткин А. В., Кучунова Е. В., Шайдуров В. В. Использование адаптивных сеток при решении двумерного уравнения неразрывности полулагранжевым методом // Сибирские электронные математические известия. 2016. Т. 13. С. 1219–1228.
2. Вяткин А. В., Кучунова, Е. В., Шайдуров В. В. Полулагранжевый метод решения двумерного уравнения неразрывности с дискретным законом сохранения // Вычислительные технологии. 2017. Vol. 22. № 5. P. 27–38.
3. Vyatkin A. V., Kuchunova E. V., Shaydurov V. V. Semi-Lagrangian difference approximations with different stability requirements // RJNAMM. 2018. Vol. 33. No. 2. Pp. 123–135.
4. Кучунова Е. В., Керп А. С., Мальцева Е. С. Полулагранжевый метод для уравнения неразрывности и уравнения адвекции-диффузии // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 5(9). С. 38–46.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВ ЗООБЕНТОСА В РЕКАХ БАССЕЙНА ЕНИСЕЯ

М.П. Лепьявко^{1*}

Научный руководитель Е.Д. Кареева²
кандидат физико-математических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт вычислительного моделирования СО РАН*

Зообентос – один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков. Донные беспозвоночные способствуют естественному самоочищению вод и являются хорошими индикаторами происходящих изменений внешней среды, в том числе и антропогенного характера. Кроме того, зообентос – важная составляющая кормовой базы большинства видов сибирских рыб.

Цель настоящей работы – применение методов статистического анализа данных для исследования структурированности и пространственной динамики сообществ зообентоса пяти малых рек бассейна Енисея (реки Абакан, Мана, Кан, Агул, Кунгус). Проведенное исследование обосновывает и дополняет имеющиеся сведения о количественном распространении зообентоса в бассейне Енисея.

Выборка представлена 116 пробами зообентоса, взятыми на 41 станции. Каждая проба (вектор данных) описывается абиотическими (тип грунта, температура воды и содержание кислорода в месте взятия пробы) и биотическими (численность и биомасса зообентоса каждого семейства, пересчитанная на м² площади, с которой бралась проба) факторами. Биотические факторы рассматривались с разной степенью подробности: данные по семействам и данные, просуммированные до пяти крупных основных таксономических групп – поденки, веснянки, ручейники, двукрылые и прочие. С целью приближения выборки к нормальному распределению были использованы логарифмы численности и биомассы крупных таксонов. Для анализа распределения станций по доминантным таксонам использовались доли основных таксонов в общей численности зообентоса в пробе.

С целью наглядного представления структурности зообентоса на станции, реке или системе рек использовались описательные статистики. Также для представления возможного распределения зообентоса применялись гистограммы относительных частот. В рамках анализа биотических взаимодействий внутри бентосных сообществ были выявлены достоверно значимые коэффициенты корреляции. Поскольку по критерию Шапиро – Уилка была отвергнута гипотеза о нормальности распределения данных, то использовался коэффи-

* © Лепьявко М.П., 2019

ент ранговой корреляции Спирмена, который считался значимым при $p < 0.05$. Многофакторный линейный регрессионный анализ применялся для нахождения силы влияния абиотических факторов на численность и биомассу пяти таксономических групп зообентоса. В качестве критерия силы влияния использовался коэффициент детерминации.

Агломеративная иерархическая кластеризация с межкластерным расстоянием по методу Варда и k -среднего с евклидовой мерой близости между пробами применялись для исследования пространственной и иных структур в данных. Кластеризация проводилась по трём видам данных: первоначальные данные, прологарифмированная численность каждого семейства и доля основных таксонов в общей численности зообентоса. Кластеризация над двумя первыми видами данных использовалась для нахождения пространственной структуры донных сообществ, последний вид – для исследования доминантных таксономических групп.

Анализ данных проводился на языке Python 3.7.2 с использованием библиотек numpy, pandas, scipy, sklearn, matplotlib, xlswriter. Были написаны сценарии полного цикла анализа: от усвоения данных из *xlsx*-файла до табличного и графического представления результатов. Кроме того, специально для автоматизации анализа данных по большому массиву рек написаны сценарий автоматического построения корреляционных графов со значимыми корреляционными связями (рис 1, 2) и сценарий удобного таблично-графического представления результатов иерархической агломерации в *xlsx*-файле с раскраской по принадлежности к выявленным классам.

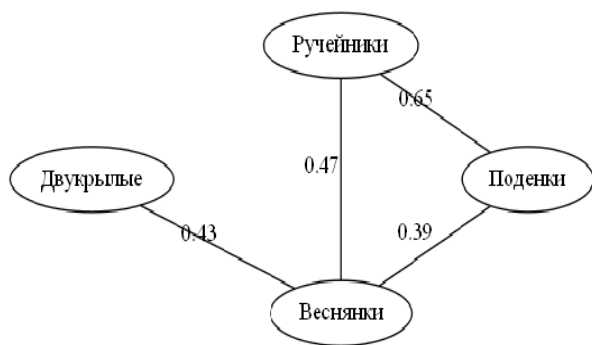


Рис. 1. Пример корреляционного графа, составленного для достоверных коэффициентов корреляции численности таксономических групп на реке Кан

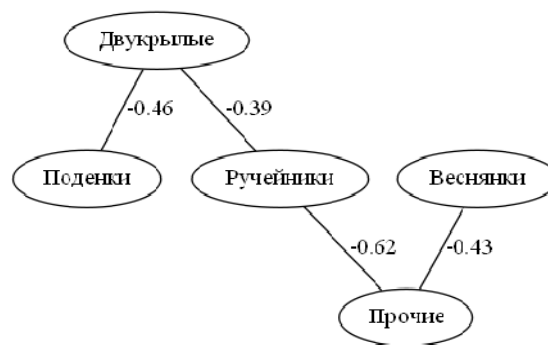


Рис. 2. Пример корреляционного графа, составленного для достоверных коэффициентов долей численности таксономических групп на реке Кан

Приведем основные выводы, сделанные с помощью статистического анализа данных на примере р. Кан (крупный приток Енисея в его среднем течении).

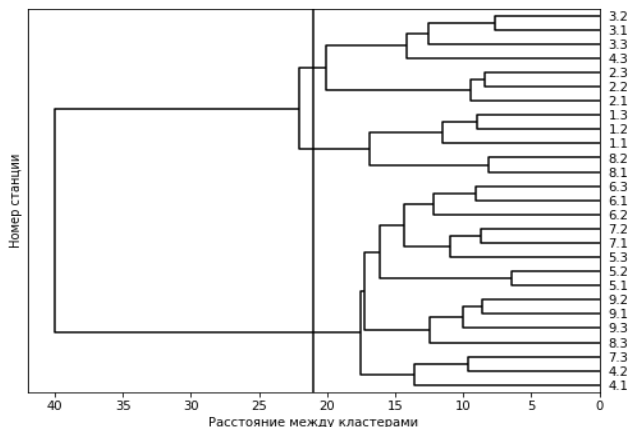


Рис. 3. Результат агломеративной кластеризации на логарифмированной численности семейств

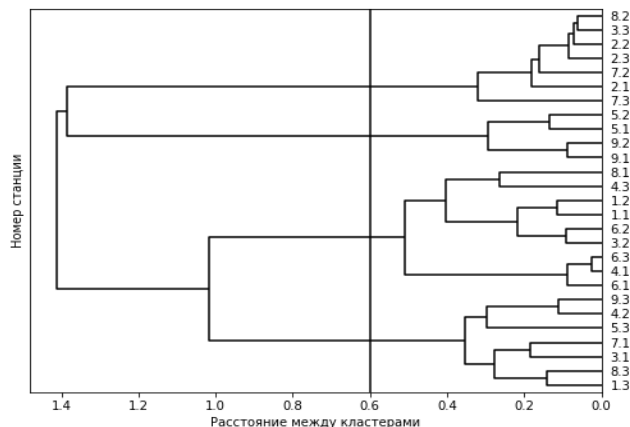


Рис. 4. Результат агломеративной кластеризации на долях крупных таксономических групп в общей численности зообентоса в пробе

Температура воды является одним из существенных факторов, определяющих численность веснянок, двукрылых и группы «прочие» (до 30 % объясненной дисперсии). Для ручейников отмечено более существенное влияние не температуры, а растворенного в воде кислорода (20 % объясненной дисперсии).

Кластеризация данных на уровне численности семейств выявила согласованность с географическим районированием р. Кан и сменой гидрологических условий по профилю реки от верховья к низовью (рис. 3). Более того, кластерный анализ на уровне долей каждой таксономической группы семейств в общей численности зообентоса в пробе выявил наличие четырех кластеров, каждый из которых характеризуется доминированием той или иной группы беспозвоночных (рис. 4).

ПОЛУЛАГРАНЖЕВЫЙ МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ НЕРАЗРЫВНОСТИ

Е.С. Мальцева*

Научный руководитель Е.В. Кучунова
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует большое число методов численного решения уравнения неразрывности. Первыми методами, имеющими строгое теоретическое обоснование аппроксимации и устойчивости, были конечно-разностные схемы [1, 2]. До сих пор они используются для поиска численного решения широкого класса дифференциальных и интегральных уравнений. Однако их применение накладывает жесткие ограничения на шаг по времени для обеспечения устойчивости [3, 4].

С 1960-х гг. начал активно развиваться другой подход [5, 6], вытекающий из метода характеристик. Суть его состоит в том, что вдоль характеристики уравнение неразрывности можно переписать в виде обыкновенного дифференциального уравнения. Это позволяет для ряда задач использовать большие шаги по времени и сократить время расчетов.

В работе представлен полулагранжевый метод численного решения начально-краевой задачи для уравнения неразрывности, позволяющий обеспечить выполнение балансового соотношения без использования поправочных коэффициентов. Разработаны две модификации полулагранжевого метода: первого и второго порядка.

Пусть $D = (0, 1) \subset R$, в области $Q_T = \{(t, x) | 0 < t < T, x \in D\}$ рассмотрим уравнение неразрывности

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(u\rho)}{\partial x} = 0 \quad \forall (t, x) \in Q_T. \quad (1)$$

Здесь $u(t, x)$ и $f(t, x)$ – достаточно гладкие функции, известные в \bar{Q}_T . Незвестная функция $\rho(t, x)$ известна в начальный момент времени во всей области \bar{D} :

$$\rho(0, x) = \rho_{\text{init}}(x) \quad \forall x \in \bar{D} \quad (2)$$

и в любой момент времени t при $x=0$:

$$\rho(t, 0) = \rho_{\text{in}}(t) \quad \forall t \in [0, T]. \quad (3)$$

* © Мальцева Е.С., 2019

Построим в \bar{Q}_T равномерную сетку со множеством узлов $(t_k = k\tau, x_i = ih)$, где $h = \frac{1}{N}$ – шаг сетки по пространственной переменной (для $N > 2$), $\tau = T/K$ – шаг по времени ($K \geq 1$). Решение задачи (1)–(3) будем искать в виде дискретной функции ρ^h , определенной в узлах (t_k, x_i) вычислительной сетки. Согласно условию (3) функция ρ известна во всех узлах сетки в начальный момент времени. Для построения численной схемы будем считать, что при $t = t_{k-1}$ численное решение ρ^h известно и требуется вычислить значение искомой функции на k -м слое по времени. Полулагранжевый подход к построению численного решения для внутренних узлов сетки x_i ($i = 1, \dots, N-1$) основан на интегральном тождестве [7, 8]:

$$\int_{\omega_i^k} \rho(t_k, x) dx = \int_{Q_i(t_{k-1})} \rho(t_{k-1}, x) dx, \quad (4)$$

где $\omega_i^k = (x_{i-1/2}, x_{i+1/2})$ – окрестность узла x_i , $Q_i(t)$ – проекция окрестности ω_i^k на $(k-1)$ -й слой по времени, получаемая путем опускания характеристических траекторий из границ окрестности $x_{i\pm 1/2}$ (рис. 1).

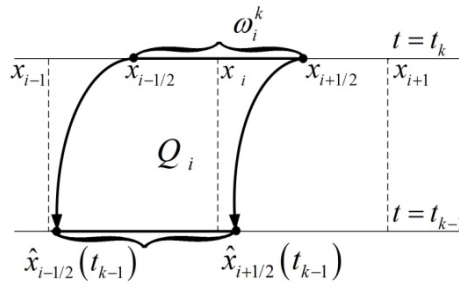


Рис. 1. Основная идея полулагранжевого метода

Для вычисления проекций характеристических траекторий на предыдущий слой по времени решаем задачу Коши обратно по времени для обыкновенного дифференциального уравнения:

$$\frac{d\tilde{x}}{dt} = u(t, \tilde{x}), \quad t_{k-1} \leq t \leq t_k \quad (5)$$

с начальными данными

$$\tilde{x}(t_k) = x_{i\pm 1/2}. \quad (6)$$

Для аппроксимации интегралов (4) в работе рассматривается два подхода:

- 1) кусочно-постоянная интерполяции сеточной функции ρ^h ;
- 2) линейная интерполяции сеточной функции ρ^h .

В первом случае получаем явную схему первого порядка по времени и по пространству. Во втором случае строится неявная схема второго порядка.

Для тестирования метода рассматривается тестовая задача с начальным решением:

$$\rho(x, 0) = \begin{cases} \frac{1}{6}(G(x, \beta, z - \delta) + G(x, \beta, z + \delta) + 4G(x, \beta, z)) & 0.1 \leq x < 0.2 \\ 1 & 0.3 \leq x < 0.4 \\ 1 - |20x - 11| & 0.5 \leq x < 0.6 \\ \frac{1}{6}(F(x, \alpha, a - \delta) + F(x, \alpha, a + \delta) + 4F(x, \alpha, a)) & 0.7 \leq x < 0.8 \\ 0 & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (7)$$

где

$$G(x, \beta, z) = e^{-\beta(2x-1-z)^2},$$

$$F(x, \alpha, a) = \sqrt{\max(1 - \alpha^2(2x-1-a)^2, 0)},$$

$$a = 0.5, \quad z = -0.7, \quad d = 0.005, \quad \alpha = 10, \quad \beta = \frac{\log(2)}{(36d)}.$$

Графики численного решения, полученные двумя модификациями разработанного метода, приведены на рис. 2. Синей линией представлено численное решение, полученное явным методом, красной линией – неявным методом. Для явной схемы характерно сглаживание численного решения в местах разрыва (численная диссипация схемы), для неявного метода характерно появление дополнительных осцилляций численного решения в окрестностях разрывов.

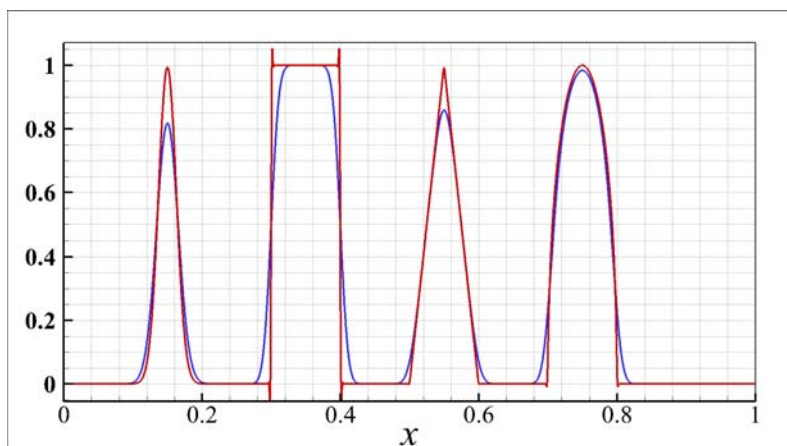


Рис. 2. Численное решение тестовой задачи

Таким образом, в работе для уравнения неразрывности предложены две модификации вычислительной схемы, одна из которых имеет первый порядок по времени и пространству, а второй имеет совокупный второй порядок.

Список литературы

1. Рябенский В. С., Филиппов А. Ф. Об устойчивости разностных уравнений. М. : Гостехиздат, 1956.
2. Вазов В., Форсайт Дж. Разностные методы решения уравнений в частных производных. М. : Наука, 1963.
3. Годунов С. К., Рябенский В. С. Разностные схемы (введение в теорию). М. : Наука, 1977.
4. Бахвалов Н. С., Жидков Н. П., Кобельков Г. М. Численные методы. 3-е изд., перераб. и доп. М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
5. Магомедов К. М. Метод характеристик для численного решения пространственных течений газа // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1966. Т. 6. № 2. С. 313–325.
6. Wiin-Nielson. On the application of trajectory methods in numerical forecasting // *Tellus*. 1959. Vol. 11. P. 180–186.
7. Vyatkin A. V., Kuchunova E. V., Shaydurov V. V. Semi-Lagrangian difference approximations with different stability requirements // *RJNAMM*. 2018. Vol. 33. No. 2. Pp. 123–135.
8. Кучунова Е. В., Керп А. С., Мальцева Е. С. Полулагранжевый метод для уравнения неразрывности и уравнения адвекции-диффузии // Информационные технологии в науке, образовании и управлении. 2018. № 5(9). С. 38–46.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ВЫЧИСЛЕНИЯ МНОГОМЕРНОЙ ОЦЕНКИ ОТНОШЕНИЯ ШАНСОВ

О.Д. Мельникова*

Научный руководитель Н.А. Лукьянова
кандидат физико-математических наук

*Красноярский государственный медицинский университет
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

Данная статья является продолжением исследования связи между исходом и фактором риска клинического течения беременности и родов [1]. Информационную базу исследования составили результаты статистического материала Красноярского краевого медицинского информационно-аналитического центра. В исследование были включены случаи течения беременности с известным исходом – 119 938, в том числе:

- с неблагоприятным исходом беременности и родов (5 169 чел.) – «Преждевременные роды на 28–36 неделе»;
- с благоприятным исходом беременности и родов (114 769 чел.) – «Срочные роды 37–40 недель».

Исследовано 65 факторов риска (ФР), в том числе социальные, анамнестические, клиничко-лабораторные, показатели здоровья, наличие заболеваний и др. Для ретроспективного сравнения влияния определенного фактора риска на две группы лиц в исследовании типа случай-контроль используется показатель отношения шансов [2].

Целью работы является разработка алгоритма и программы вычисления показателей отношения шансов для многомерных статистических данных.

Следует отметить, что есть всевозможные онлайн-калькуляторы расчета данного показателя, но только для одного фактора риска. Отсутствие бесплатного, универсального и общедоступного программного обеспечения для проведения вычисления многомерной оценки отношения шансов делает задачу разработки программы актуальной. Среда программной разработки: Mathcad. Разработка проводилась поэтапно. На этапе предобработки формируется прямоугольная матрица входных данных. Матрица имеет 4 фиксированные строки:

- первая: А – количество исходов при наличии ФР;
- вторая: В – количество отсутствия исхода при наличии ФР;
- третья: С – количество исхода при отсутствии ФР;
- четвертая: D – количество отсутствия исхода при отсутствии ФР.

Количество столбцов – исследуемые факторы риска – величина, изменяющаяся по запросу пользователя. В рамках нашего исследования 65 столбцов.

* © Мельникова О.Д., 2019

На втором этапе разработана программная реализация вычисления изучаемых показателей. Основным алгоритмом вычисления многомерной оценки отношения шансов представлен в алгоритме 1.

В результате работы программы получаем по всем исследуемым факторам риска матричный отчет: шанс найти фактор риска в основной группе (OFR(1)), шанс найти фактор риска в контрольной группе (OFR(0)), стандартная ошибка отношения шансов (StdEr), отношение шансов (OR), нижняя граница $(1-\alpha)\%$ доверительного интервала ДИ (CI_L), верхняя граница $(1-\alpha)\%$ ДИ (CI_R). На третьем этапе проводится тестирование алгоритмов и программы, с последующим проведением численной обработки исследуемого материала. Импорт исходных данных и экспорт результатов в виде файлов txt – и xlsx-формата.

Алгоритм 1. Алгоритм вычисления многомерной оценки отношения шансов

Вход: Матрица $M_{4 \times n}$ (n количество факторов риска), α -уровень значимости

Выход: Матрица $v_{6 \times n}$

- 1: $t = \text{qnorm}(1-\alpha/2; 0; 1)$ ▷ квантиль нормального распределения
- 2: Для $j = 0 \dots \text{cols}(M)-1$ **выполнять**
- 3: $A = M_{0,j}$ ▷ количество исходов при наличии ФР
- 4: $B = M_{1,j}$ ▷ количество отсутствия исхода при наличии ФР
- 5: $C = M_{2,j}$ ▷ количество исхода при отсутствии ФР
- 6: $D = M_{3,j}$ ▷ количество отсутствия исхода при отсутствии ФР
- 7: **Если** $A \cdot B \cdot C \cdot D \neq 0$ **тогда**
- 8: $v_{0,j} = \frac{A}{C}$ ▷ Шанс найти фактор риска в основной группе (OFR(1))
- 9: $v_{1,j} = \frac{B}{D}$ ▷ Шанс найти фактор риска в контрольной группе (OFR(0))
- 10: $v_{2,j} = \sqrt{\frac{1}{A} + \frac{1}{B} + \frac{1}{C} + \frac{1}{D}}$ ▷ Стандартная ошибка отношения шансов (StdEr)
- 11: $v_{3,j} = \frac{v_{0,j}}{v_{1,j}}$ ▷ Отношение шансов (OR)
- 12: $v_{4,j} = e^{\ln(v_{3,j}) - t \cdot v_{2,j}}$ ▷ Нижняя граница $(1-\alpha)\%$ ДИ (CI_L)
- 13: $v_{5,j} = e^{\ln(v_{3,j}) + t \cdot v_{2,j}}$ ▷ Верхняя граница $(1-\alpha)\%$ ДИ (CI_R)
- 14: **иначе**
- 15: **Если** $C \neq 0$ **тогда** $v_{0,j} = \frac{A}{C}$

```

16:  иначе v0,j = "NaN"
17:  Конец условия
18:  Если D ≠ 0 тогда v1,j = B/D
19:  иначе v1,j = "NaN"
20:  Конец условия
21:  v2,j = "NaN"
22:  Если C·B ≠ 0 тогда v3,j = 0
23:  иначе v3,j = "NaN"
24:  Конец условия
25:  v4,j = "NaN"
26:  v5,j = "NaN"
26:  Конец цикла
27:  Вывод v                                » Вывод матрицы результатов по каж-
                                          дому фактору риска
28:  Конец работы.

```

$$c := \begin{pmatrix} 8 & 53 & 6 & 6 \\ 9 & 24 & 6 & 12 \\ 51 & 6 & 53 & 53 \\ 0 & 39 & 57 & 51 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} \text{"factor"} & \text{"OFR(1)} & \text{"OFR(0)} & \text{"StdEr"} & \text{"OR"} & \text{"CI_L"} & \text{"CI_R"} \\ \text{"F1"} & 0.157 & \text{"NaN"} & \text{"NaN"} & 0 & \text{"NaN"} & \text{"NaN"} \\ \text{"F2"} & 8.833 & 0.615 & 0.503 & 14.354 & 5.358 & 38.458 \\ \text{"F3"} & 0.113 & 0.105 & 0.608 & 1.075 & 0.327 & 3.541 \\ \text{"F4"} & 0.113 & 0.235 & 0.537 & 0.481 & 0.168 & 1.379 \end{pmatrix}$$

```

("factor"                                "Заключение:")
("F1"                                    "Нет возможности провести оценку ")
("F2"                                    "Связь между фактором и исходом опытной группы статистически значима, p < 0.05"
("F3"                                    "Статистически значимой связи между фактором и исходом опытной группы нет, p > 0.05"
("F4"                                    "Статистически значимой связи между фактором и исходом контрольной группы нет, p > 0.05 ")

```

Рис. Демопример вывода данных в Mathcad

По исследуемому статистическому материалу с помощью разработанной программы установлено 40 факторов, повышающих риск неблагоприятного исхода – преждевременные роды, для которых выявленная связь с исходом статистически значима при $p < 0,05$. Шансы обнаружить фактор риска больше в группе «Преждевременные роды». Фактор имеет прямую связь с вероятностью наступления исхода. Для 18 факторов ДИ включает 1, поэтому делаем вывод об отсутствии статистической значимости связи между фактором и исходом при уровне значимости $p > 0,05$. Для 3 факторов $OR < 1$, значит, шансы обнаружить фактор риска больше в контрольной группе «Срочные роды» Фактор имеет обратную связь с вероятностью наступления исхода. По 4 факторам рассчитать OR не было возможности, потому что в эмпирических данных показатель нали-

чия фактора риска в основной группе «Преждевременные роды» – $A=0$. Выявлены факторы риска, имеющие наибольшее значение OR: преждевременные роды: двое и более (7,63); положительная реакция на волчаночный антикоагулянт: да (7,40); эндокринопатии: сахарный диабет (6,62); сердечно-сосудистые заболевания матери: хроническая артериальная гипертензия 3-й стадии (5,56); вредные привычки у матери: злоупотребление алкоголем, наркотиками (4,92); сердечно-сосудистые заболевания матери: хроническая артериальная гипертензия 2-й стадии (4,06); пороки развития матки: есть (3,71); смерть в неонатальном периоде: 2 случая и более (3,71). Разработанный программный комплекс позволяет оптимизировать расчеты, используя статистические данные в матричном виде.

Список литературы

1. Мельникова О. Д., Шиманова Ю. В. Оценка статистической значимости выявленной связи между исходом и фактором риска клинического течения беременности и родов // Фестиваль молодежной науки – 2018 : сб. материалов Всерос. Студенческой науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 110-летию со дня рождения проф. П. Г. Подзолкова. Красноярск, 16–20 апр. 2018 г. Красноярск : тип. КрасГМУ, 2018. С. 86–87.
2. Медик В. А., Юрьев В. К. Общественное здоровье и здравоохранение : учеб. пособие для мед. вузов. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2012. 608 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ «АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ»

К.Н. Нарчуганов*

Научный руководитель Н.И. Пак
доктор педагогических наук,
кандидат физико-математических наук профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящее время создание автоматизированных систем экспертной оценки интеллектуальных ресурсов представляет большой интерес для обеспечения доступности, оперативности и эффективности проведения оценочных и конкурсных процедур [1, 2]. При работе с экспертами используются методы экспертных оценок, а для их реализации (а это организация работы и обработки данных), как правило, применяется сугубо неавтоматизированный труд.

Цель работы на данном этапе заключается в разработке модели автоматизации процедур оценки качества интеллектуальных ресурсов и создании на её основе модели веб-приложения для последующей её реализации на практике. Основное требование к ПО – возможность проводить конкурсные процедуры в реальном времени. Это позволит упростить учреждениям из различных отраслей проведение конкурсных мероприятий.

На данный момент принято разделять экспертные оценки на две группы [3]:

1. *Индивидуальные оценки* – основаны на использовании мнения отдельных экспертов, независимых друг от друга.
2. *Коллективные оценки* – основаны на использовании коллективного мнения экспертов.

При разработке модели необходимо учитывать обе группы, поскольку реализация автоматизации процедур экспертного оценивания предполагает наличие обоих подходов.

Процедура экспертного оценивания делится на этапы [4].

1. Постановка цели оценивания.
2. Выбор формы оценивания.
3. Подготовка информационных материалов, бланков анкет, назначение модератора.
4. Подбор экспертов.
5. Проведение экспертизы.
6. Анализ результатов (обработка экспертных оценок).
7. Подготовка отчета с результатами экспертного оценивания.

Каждый из данных этапов включает в себя некоторое количество различных вариантов, выбираемых в зависимости от поставленной задачи [4].

* © Нарчуганов К.Н., 2019

На основании данных этапов можно составить подробную процедурную схему (рис. 1).

При разработке модели веб-приложения большой упор делается на его возможности по улучшению существующих механизмов экспертного оценивания.



Рис. 1. Процедурная схема экспертного оценивания

Здесь можно выделить этапы, на которых допускается возможность существенного улучшения посредством применения автоматизированного подхода.

1. Выбор формы оценивания.

- Возможность выбора процедуры оценивания независимо от формы участия экспертов.
- Возможность использовать различные методы обработки мнений экспертов.

2. Подготовка информационных материалов.

- Возможность автоматизировать (и ускорить) процесс распространения информационных материалов, бланков, критериев оценивания, рассылки материалов заочным участникам.

3. Проведение экспертизы.

- Возможность введения ограничения времени на принятие решения.
- Возможность снижения мнения большинства через скрытие результатов оценивания отдельных экспертов.

4. Анализ результатов.

- Возможность применять различные методы измерения объектов.
- Возможность формировать обобщенную оценку группы экспертов и устанавливать степени согласованности мнений экспертов (вариационный размах, среднее линейное отклонение, среднеквадратическое отклонение, дисперсия и т. п.).

Для реализации представленной задачи необходимо разработать модель приложения, для чего был сделан выбор в пользу клиент-серверного типа архитектуры. Это обусловлено, прежде всего, необходимостью централизации обработки и хранения данных, возможностью внедрения двунаправленной связи в реальном времени (технология WebSocket – стандарт RFC 6455) и одновременной обработки данных множества участников процесса оценивания [5].

В настоящее время существует большое количество прикладных средств (фреймворков) для разработки приложений типа клиент-сервер, а сравнительный анализ их возможностей выходит за рамки данной работы. Однако при выборе данных средств делается упор на современные и актуальные средства, предоставляющие широкие возможности по разработке эффективных веб-приложений.

Данными критериями обладает широко распространённый фреймворк Microsoft .NET.Framework и его кросс-платформенная версия .NET Core [6].

В рамках .NET Core планируется использование встроенной технологии обработки хранения данных EntityFramework [6], а также применение паттерна проектирования MVC (model-view-controller) – разделение веб-приложения на три составляющие: «модель», «представление» и «контроллер». Также .NET Core имеет и собственную встроенную реализацию WebSocket, что позволяет перейти непосредственно к реализации клиент-серверного веб-приложения [6].

С учётом поставленной цели и приведённых выше технологий была разработана модель клиент-серверного веб-приложения с поддержкой двунаправленной связи (рис. 2).

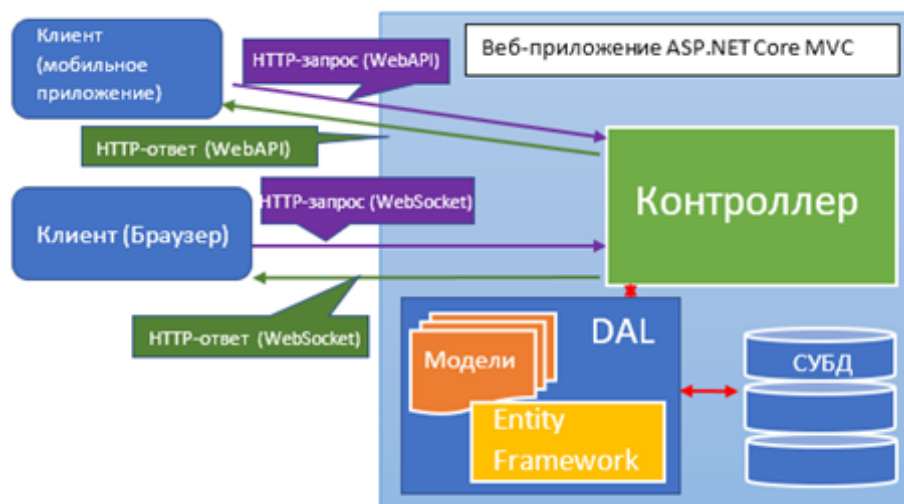


Рис. 2. Разработанная модель веб-приложения

Таким образом, представленная модель позволяет создать веб-приложение, способное решить задачи взаимодействия с экспертами в реальном времени в рамках конкурсных процедур. В дальнейшей работе данная модель станет основой для разработки веб-приложения, способного в значительной мере повысить качество и удобство проведения конкурсных процедур.

Список литературы

1. Иващенко М. В., Игнатов А. В. Проблемы автоматизированного оценивания качества электронных изданий образовательного назначения на основе положений теории квалиметрии // Информатика и образование. 2007. № 3.
2. Пак С. Н., Хегай Л. Б. Автоматизация процедурной схемы экспертной оценки электронных образовательных ресурсов // Информатика и образование. 2017. № 2.
3. Методы экспертных оценок – Habr [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/189626>.
4. Экспертное оценивание – Wikipedia [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Экспертное_оценивание.
5. Клиент-сервер – MDN [Электронный ресурс]. URL: https://developer.mozilla.org/ru/docs/Learn/Server-side/First_steps/Client-Server_overview.
6. .NET Core Guide – Microsoft Docs [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/core>.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ

С.В. Роднаев*

Научный руководитель И.В. Баранова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Одной из самых важных и сложных задач в современном анализе данных является изучение статистических данных, которые являются значениями количественных или качественных признаков. В рамках современного статистического анализа существует множество различных подходов к анализу данных. Данная работа посвящена изучению методов кластерного анализа и их применению.

Определение 1. Кластеризация – автоматическое разбиение элементов некоторого множества на группы в зависимости от их схожести. Элементами множества могут быть любые объекты, например, данные или векторы характеристик. Сами же группы принято называть кластерами.

Существует множество применений кластеризации для решения различных задач анализа данных. Перечислим ряд наиболее распространенных примеров применения кластеризации:

- 1) упрощение работы с информацией;
- 2) визуализация данных;
- 3) извлечение и поиск информации;
- 4) построение удобных классификаторов (правил разбиения на группы);
- 5) группировка и распознавание объектов (в задачах распознавание образов).

Цели кластеризации могут быть различными в зависимости от особенностей конкретной задачи:

- понять структуру множества объектов, разбив его на группы схожих объектов;
- сократить объем хранимых данных;
- выделить нетипичные объекты, которые не подходят ни одному из кластеров.

В работе проводится сравнение методов кластеризации между собой с точки зрения вычислительной сложности алгоритмов и требований, предъявляемых к входным данным.

Методы кластеризации

Общепринятой классификации методов кластеризации не существует, но можно выделить ряд общепринятых групп подходов.

1. Вероятностный подход: метод К-средних (K-means), K-medians, EM-алгоритм, алгоритмы семейства FOREL, методы дискриминантного анализа.

* © Роднаев С.В., 2019

2. Подходы на основе систем искусственного интеллекта: метод нечеткой кластеризации С-средних (C-means), нейронные сети Кохонена, генетические алгоритмы.

3. Логический подход: деревья решений и т. п.

4. Теоретико-графовый подход: алгоритм минимального покрывающего дерева, алгоритм Краскала и т. д.

5. Иерархический подход: дендрограммный метод, агломеративные и дивизивные таксономии.

6. Другие методы: статистические алгоритмы кластеризации, алгоритмы семейства KRAV, ансамбль кластеризаторов, алгоритм послойной кластеризации, алгоритм, основанный на методе просеивания.

Выбор метода кластеризации зависит от количества и типа входных данных.

Постановка задачи кластеризации данных

Задача кластеризации (или обучения без учителя) заключается в следующем. Пусть имеется обучающая выборка $X^l = \{x_1, \dots, x_\ell\} \subset X$ и функция расстояния между объектами $\rho(x, x')$. Требуется разбить выборку на непересекающиеся подмножества, называемые кластерами, так, чтобы каждый кластер состоял из объектов, близких по метрике ρ , а объекты разных кластеров существенно отличались. При этом каждому объекту $x_i \in X^l$ приписывается метка (номер) кластера y_i .

Этапы решения задачи кластеризации данных

Алгоритм решения задачи кластерного анализа можно представить в виде следующей последовательности действий:

1. Выбор множества объектов.

2. Определение множества переменных для оценки объектов и составление векторов характеристик.

3. Нормирование векторов характеристик одним из доступных методов.

4. Определение сходства между объектами по заданной метрике.

5. Применение выбранного метода кластерного анализа для разбиения множества объектов на кластеры по степени схожести (на основе метрики).

6. Представление результатов анализа.

Проанализировав полученные результаты кластеризации, можно скорректировать выбранные параметры, метрику или метод кластеризации для улучшения результатов.

Метрики расстояний

Для вычисления расстояния между объектами используются различные меры сходства (меры подобия), называемые также метриками или функциями расстояний.

Евклидова метрика. Евклидова метрика между точками x и y представляет собой длину отрезка \overline{xy} . В декартовых координатах, если $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, $y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ – две точки в евклидовом пространстве, евклидова метрика имеет вид:

$$p(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

Для придания большего значения более отдаленным друг от друга объектам, можно использовать квадрат евклидова расстояния:

$$p(x, y) = \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2$$

Расстояние Чебышева. Данная метрика принимает значение наибольшего модуля разности между значениями соответствующих свойств (признаков) объектов:

$$p(x, y) = \min_{i=1, \dots, n} |x_i - y_i|$$

Это расстояние стоит использовать, когда необходимо определить два объекта как «различные», если они отличаются по какому-то одному измерению.

Сравнение методов кластеризации

Одной из главных характеристик любого алгоритма является вычислительная сложность. В таблице приведены вычислительные сложности каждого из алгоритмов. Кроме вычислительной сложности, каждый алгоритм отличается набором входных данных.

Таблица

Сравнительная таблица алгоритмов кластеризации

Алгоритм кластеризации	Форма кластеров	Входные данные	Вычислительная сложность
Иерархический	Произвольная	Число кластеров или порог расстояния для усечения иерархии	$O(n^2)$
К-средних	Гиперсфера	Число кластеров	$O(mkl)$ где k и l число кластеров и итераций соответственно
С-средних	Гиперсфера	Число кластеров, степень нечеткости	
Выделение связных компонент	Произвольная	Порог расстояния R	Зависит от выбранного алгоритма
Минимальное покрывающее дерево	Произвольная	Число кластеров или порог расстояния для удаления ребер	$O(n^2 \log(n))$

Заключение

В работе была изучена постановка задачи кластеризации. Рассмотрены метрики сравнения объектов кластеризации. Проведен обзор методов кластеризации данных и изучены особенности работы наиболее популярных методов кластеризации.

Также в работе выполнено сравнение методов кластеризации между собой, с точки зрения требований к входным данным и получаемых кластеров, а также вычислительной сложности алгоритмов.

Список литературы

1. Воронцов К. В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. М. : МГУ, 2007. 18 с.
2. Миркин Б. Г. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011. 88 с.
3. Загоруйко Н. Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск : ИМ СО РАН, 1999. 270 с.

**АЛГОРИТМ НА ОСНОВЕ ЯВНЫХ МЕТОДОВ
ТИПА РУНГЕ-КУТТЫ
ДЛЯ РЕШЕНИЯ УМЕРЕННО-ЖЕСТКИХ ЗАДАЧ***

М.В. Рыбков[†]

Сибирский федеральный университет

При численном исследовании жестких задач вида

$$y' = f(t, y), \quad y(t_0) = y_0, \quad t_0 \leq t \leq t_k, \quad (1)$$

где y и f – гладкие вещественные N -мерные вектор функции, t – независимая переменная, часто используются явные методы вида

$$y_{n+1} = y_n + \sum_{i=1}^m p_{mi} k_i, \quad k_i = hf(t_n + \alpha_i h, y_n + \sum_{j=1}^{i-1} \beta_{ij} k_j), \quad (2)$$

где k_i , $1 \leq i \leq m$, – стадии метода, p_{mi} , α_{ij} и β_{ij} – коэффициенты, определяющие свойства точности и устойчивости схемы. В [1] разработаны явные методы с расширенными областями устойчивости, позволяющие получать преимущество в эффективности алгоритма при интегрирование задач высокой размерности. Там же построены многочлены устойчивости до степени $m = 13$, которые определяют форму области устойчивости метода.

В [2] построен алгоритм получения коэффициентов многочленов устойчивости для методов первого порядка до степени $m = 27$, что позволяет построить методы с более широкими областями устойчивости, так как длина интервала устойчивости явного метода вдоль отрицательного направления действительной оси в комплексной плоскости зависит от числа стадий m . Автором также построен алгоритм с переменным числом стадий на основе методов с согласованными областями устойчивости.

Здесь построен алгоритм на основе явного метода высокого порядка точности и набора методов первого порядка с согласованными областями устойчивости, которые фактически играют роль неявного метода с точки зрения длины интервала устойчивости. Разработаны критерии устойчивости, которые служат механизмом переключения между методами внутри алгоритма, позволяя на конкретном участке использовать наиболее эффективный метод.

Проведенные численные эксперименты показывают, что переключение между методами внутри алгоритма переменного порядка с адаптивными областями устойчивости приводит к повышению эффективности за счет сокращения вычислений правой части на тех участках, где шаг ограничен по устойчивости. Дополнительно применение метода высокого порядка позволяет произвести расчет на переходных участках более эффективно.

* Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-31-00375).

[†] © Рыбков М.В., 2019

Список литературы

1. Новиков Е. А. Явные методы для жестких систем. Новосибирск : Наука, 1997.
2. Rybkov M. V., Novikov A. E., Knaub L. V., Litvinov P. S. Solving Problems of Moderate Stiffness Using Methods of the First Order with Conformed Stability Domains // Университетский научный журнал. 2016. № 22. С. 49–58.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗГИБА МНОГОСЛОЙНЫХ КОМПОЗИТНЫХ ПЛАСТИН

Ю.Г. Сурикова*

Научный руководитель В.М. Садовский
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящее время интенсивно ведётся разработка легких, высокопрочных и недорогих искусственных конструкционных материалов. В результате многие материалы достигли предела своих свойств. Как следствие, специалисты, перед которыми стоит задача существенного улучшения свойств, вынуждены создавать принципиально новые материалы, примером которых являются композиты [1]. Конструирование новых композиционных материалов, обладающих высокой удельной прочностью, жесткостью и вязкостью разрушения, обычно достигается путем армирования матрицы высокопрочным и жестким составляющим [2]. Композиционные материалы, армированные волокнами или зернами, обладают высокой относительной прочностью и жесткостью. Некоторые из них являются разносопротивляющимися, разномодульными или разнопрочными, то есть по-разному сопротивляются растяжению и сжатию, имеют разные модули упругости и разные пределы прочности при растяжении и сжатии.

Цель работы. Моделирование изгиба многослойной композитной пластины с учетом разного сопротивления слоев.

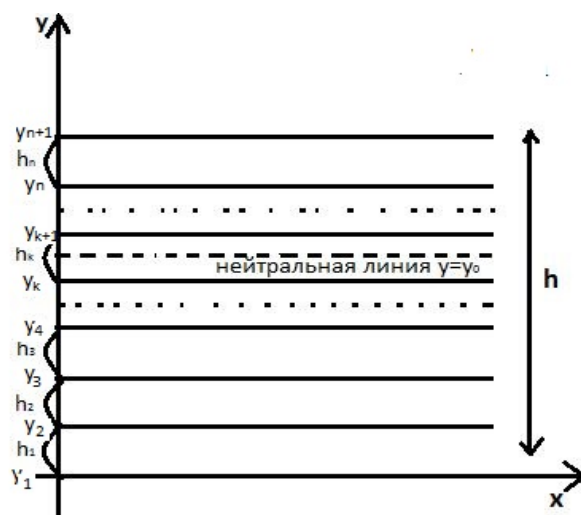


Рис. 1. Модель многослойной композитной пластины

При изгибе пластины верхние волокна находятся в состоянии растяжения, а нижние в состоянии сжатия. Деформация $\varepsilon(y)$ распределяется линейно по

* © Сурикова Ю.Г., 2019

толщине пластины относительно нейтральной линии, положение которой заранее неизвестно. Распределение напряжений в слоях задается в соответствии с законом Гука:

$$\sigma(y) = \begin{cases} E^+(y)\varepsilon(y), & \text{если } y \geq y_0 \\ E^-(y)\varepsilon(y), & \text{если } y < y_0 \end{cases}, \quad \varepsilon(y) = \frac{y-y_0}{R}$$

где $\sigma(y)$ – напряжение; R – радиус кривизны; y – вертикальная координата; E^+ и E^- – модули Юнга при растяжении и сжатии; y_0 – положение нейтральной линии.

Таблица

Характеристики некоторых композитов.

Цвет	Компоненты	E_m , GPa	E_a , GPa
Черный	Эпоксидная смола + карбон	4,8	200
Зеленый	Термопластик + стекло	25	73
Синий	Алюминий + бор	70	441

Чтобы показать, насколько важно учитывать разномодульность, для однослойных композитных пластин из материалов, представленных в таблице, были проведены расчеты задачи изгиба с учетом и без учета их разносопротивляемости. Модули Юнга при растяжении вычислялись по формуле осреднения Рейса – Фойгта: $E^+ = \omega E_a + (1 - \omega)E_m$, где ω – степень армирования, E_a и E_m – модули Юнга волокна и матрицы. Модуль Юнга композита при сжатии считался равным E_m .

Была разработана программа для вычисления относительной ошибки прогиба. Расчеты показали, что неучёт разнопрочности, может привести к ошибке от 30 до 90 % (рис. 2).

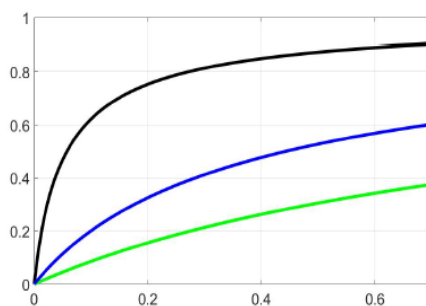


Рис. 2. Относительная ошибка

Для многослойной композитной пластины был разработан и реализован в системе Matlab алгоритм нахождения нейтральной линии и алгоритм максимизации цилиндрической жесткости за счет перестановок слоев многослойной композитной пластины.

Список литературы

1. Амбарцумян С. А. Разномодульная теория упругости. М. : Наука, 1982. 320 с.
2. Мэтьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология. М. : Техносфера, 2004. 408 с.

**РАЗРАБОТКА КОЭФФИЦИЕНТА НА ОСНОВЕ MIC
(MAXIMAL INFORMATION COEFFICIENT),
ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АССОЦИАЦИЙ В ДАННЫХ
ПО ТРЕМ ПЕРЕМЕННЫМ**

А.Ю. Честнов*

Научный руководитель Б.В. Олейников
кандидат философских наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В наше время с быстро развивающимися информационными технологиями становится все более важным выявление взаимосвязей в больших объемах данных. Например, все современные, более или менее успешные реализации искусственного интеллекта, такие как «Яндекс.Пробки», «Google Translate, «умный дом», являются результатом эффективных алгоритмов анализа данных, а не алгоритмов искусственного интеллекта [1].

В настоящее время существует большое количество статистических методов для выявления закономерностей между наблюдениями: коэффициент Пирсона, коэффициент Спирмена, коэффициент Кендулла, коэффициент корреляционного отношения, коэффициент корреляционного расстояния, локальная гауссовская корреляция, альтернативное условное математическое ожидание [2, 3].

В 2012 г. Дэвидом Решефом был разработан MIC (англ. *Maximal information coefficient*), выгодно отличающийся от остальных методов способностью улавливать широкий спектр взаимосвязей, как функциональных, так и нет. Коэффициент MIC измеряет зависимость между двумя переменными, разбивая множество различными способами и выбирая из этих разбиений «наилучшее», путем вычисления взаимной информации [4].

Ранее проводилось исследование и сравнение MIC с другими методами поиска взаимосвязей, а также был предложен метод вычисления MIC через кластер-анализ. В данной работе разработан аналог MIC для выявления ассоциаций в данных по трем переменным и предложены разные методы его вычисления [5].

Определение 1. Пусть X, Y – две непрерывные случайные величины, D – множество пар, взятых из их совместного распределения $P(X, Y)$. Тогда значением $MIC(D)$ для X, Y, D называется максимально возможная функция взаимной информации $I(X, Y)$ между всеми возможными разбиениями D на блоки, нормированная по $\log_2(\min(n_x, n_y))$:

$$MIC(D) = \max_{I(X,Y) \in L} \left(\frac{I(X,Y)}{\log_2(\min(n_x, n_y))} \right), \quad (1)$$

* © Честнов А.Ю., 2019

где L – множество всех возможных разбиений; n_x, n_y – количество состояний X и Y соответственно. При этом $n_x n_y < B(N)$, где $B(N) = N^{0.6}$, а N – размер выборки [6].

Идея MIC3D базируется на идеи MIC с некоторыми поправками. Так, для выявления ассоциаций в данных по трем переменным используется обобщение взаимной информации – тотальной корреляции, а нормирование происходит по другим критериям.

Определение 2. Пусть X, Y, Z – три непрерывные случайные величины, D – множество троек, взятых из их совместного распределения $P(X, Y, Z)$. Тогда значением $MIC3D(D)$ для X, Y, Z, D называется максимально возможная функция тотальной корреляции $C(X, Y, Z)$ между всеми возможными разбиениями D на блоки, нормированная по $\log_2(\min(n_x n_y, n_x n_z, n_y n_z))$:

$$MIC3D(D) = \max_{I(X, Y, Z) \in L} \left(\frac{C(X, Y, Z)}{\log_2(\min(n_x n_y, n_x n_z, n_y n_z))} \right), \quad (2)$$

где L – множество всех возможных разбиений; n_x, n_y, n_z – количество состояний X, Y и Z соответственно. При этом $n_x n_y n_z < B(N)$, где $B(N) = N^\alpha$, а N – размер выборки, α может меняться исходя из поставленной задачи.

Нормирование тотальной корреляции необходимо для того, чтобы она была соизмерима для различных разбиений. Своего максимума тотальная корреляция достигает при максимизации энтропий одномерных величин и минимизации их совместной энтропии. Одномерная энтропия достигает своего максимума для равномерно распределенной случайной величины (в каждой ячейке одинаковое количество элементов), а совместная энтропия минимизируется наличием взаимно-однозначного соответствия между ячейками. Если подставить значения вероятностей таких случайных величин в формулу тотальной корреляции, то получим $\log_2(\min(n_x n_y, n_x n_z, n_y n_z))$ [7].

Основная сложность метода заключается в поиске оптимального разбиения, которое даст максимальное или близкое к максимальному значение MIC3D, поэтому в исследовании были предложены и реализованы три подхода к решению данной задачи.

1. Прямой подход

Идея прямого подхода состоит в полном переборе всех возможных разбиений и выборе того, которое обеспечивает максимум $\frac{C(X, Y, Z)}{\log_2(\min(n_x n_y, n_x n_z, n_y n_z))}$. Перебор осуществляется с помощью алгоритма генерации сочетаний k -элементных подмножеств n -элементного множества.

Время работы такого подхода оценивается как

$$O(nmw * 2^{n+m+w-3}), \quad (3)$$

где nmw – время, необходимое на вычисление тотальной корреляции; $2^{n+m+w-3}$ – время на генерацию всех возможных разбиений.

Очевидным плюсом подхода является то, что итоговое значение $MIC3D$ будет максимальным из возможных, что обеспечивается полным перебором всех разбиений. К сожалению, на практике метод требует чрезмерных временных затрат, поэтому не является оптимальным и несет в себе только теоретический интерес.

2. Прямой подход+

Прямой подход+ пытается исправить главную проблему прямого подхода, связанную с необходимым временным ресурсом. Для этого от выборки размера N мы переходим к вероятностной трехмерной таблице, с которой начинается работа по аналогии с прямым подходом. Выбор количества интервалов разбиения для перехода к вероятностной таблице осуществляется по правилу Стерджеса [8]:

$$k = 1 + \log_2(N) = 1 + 3.322 \lg(N), \quad (4)$$

где k – кол-во интервалов, а N – размер выборки.

Подставляя (4) в (3), получим оценку времени для нашего метода: $O((1 + \log_2(n))(1 + \log_2(m))(1 + \log_2(w))ntmw)$, где $(1 + \log_2(n))(1 + \log_2(m))(1 + \log_2(w))$ – время, необходимое на вычисление тотальной корреляции, а $ntmw$ – время на генерацию всех возможных разбиений вероятностной таблицы.

Время работы позволяет проводить некоторые практические вычисления, но при таком подходе исходные данные «ухудшаются», и говорить о точном итоговом значении не приходится, хотя для многих задач это и не является существенным.

3. Подход на основе кластерного анализа

Еще одним вариантом является идея не перебирать все возможные разбиения, а выполнить кластеризацию данных, на основе которой потом высчитывать $MIC3D$.

На данный момент существует достаточное число методов кластеризации, предназначенных под самые разные задачи. В рамках данной работы был выбран плоский, четкий алгоритм k -means++, предложенный в 2007 г. Дэвидом Артуром и Сергеем Вассильвитским как модификация алгоритма k -means. Вычислительная сложность оригинального k -means определяется как $O(KNI)$, где K – число кластеров, N – число записей, I – число итераций [9].

Данный подход чувствителен к выбранному методу кластеризации, который напрямую влияет на скорость и точность решения. Среди трех подходов подход на основе кластерного анализа показывает лучшее время и оптимальную точность для решения большинства задач.

Чтобы продемонстрировать актуальность $MIC3D$, в работе рассмотрены дискретные случайные величины – X , Y , Z , совместное распределение которых образует «сферу». Попарные совместные распределения $((X, Y), (X, Z), (Y, Z))$ представляют из себя проекции «сферы» на соответствующие плоскости. Каж-

дая проекция имеет вид «круга». Ниже приведена таблица расчета MIC и MIC3D.

	(X, Y)	(X, Z)	(Y, Z)	(X, Y, Z)
MIC / MIC3D	0.161	0.161	0.161	0.366

Как видно из полученных результатов, если исследовать данные обычным методом MIC, можно не уловить некоторые отношения, которые возникают только в трехмерном пространстве.

В ходе исследования была разработана библиотека LibMIC3D на языке Python версии 3.7.3 с поддержкой всех описанных выше методов вычисления MIC3D. Для работы с матрицами использовалась библиотека numpy, для построения графиков библиотека matplotlib.

LibMIC3D может представлять интерес как для представителей гуманитарных наук для исследования различных наборов данных, так и для математиков в решении более сложных и комплексных задач в сфере «Data mining».

Список литературы

1. Миркин Б. Г. Анализ данных и искусственный интеллект // AI-NEWS.RU: ИТ-новости. URL: http://ai-news.ru/2017/12/boris_mirkin_analiz_dannyh_i_iskusstvennyj_intellekt.html (дата обращения: 11.03.2019).
2. Татарчук Д. П. Математические методы в психологии / ОГТИ (филиал ОГУ). С. 83–88.
3. Лупандин В. И. Математические основы психологии / УГУ им. А. М. Горького. С. 29.
4. Detecting Novel Associations in Large Data Sets / Reshef, D. N.; Reshef, Y. A.; Finucane, H. K.; Grossman, S. R.; McVean, G.; Turnbaugh, P. J.; Lander, E. S.; Mitzenmacher, M.; Sabeti // Science. 334 (6062): 1518–1524
5. Бакаларская работа на тему «Вычисление MIC на основе кластеризации данных» / Гречищева С. Р., научный руководитель Олейников Б. В. ; СФУ ИМиФИ, базовая кафедра вычислительных и информационных технологий.
6. New methods for finding associations in large data sets: generalizing the maximal information coefficient / Tomasz Ignac, Nikita Sakhanenko, Alexander Skupin, David Galas (2014)
7. Independent coordinates for strange attractors from mutual information / Fraser, Andrew M.; Swinney, Harry L. // Physical Review A. 33: 1134–114
8. Сводка и группировка статистических данных // GRANDARS.RU : энциклопедия экономика. URL: <http://www.grandars.ru/student/statistika/gruppirovka-statisticheskikh-dannyh.html> (дата обращения: 15.02.2019).
9. k-means++: the advantages of careful seeding / Arthur D., Vassilvitskii S. (2007) // Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms. Society for Industrial and Applied Mathematics Philadelphia, PA, USA. pp. 1027–1035.

РАСЧЁТ НАПРЯЖЕНИЙ В УПРУГОЙ ПОЛОСЕ ПРИ ЗАДАННЫХ НА ЕЁ ГРАНИЦАХ НАГРУЗКАХ

А.В. Шагов*

Научный руководитель П.И. Анфёров
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Плоская задача теории упругости для бесконечной полосы исследовалась многими авторами [1].

При решении задачи в напряжениях искомые величины выражают через функцию Эри или линейную комбинацию гармонических функций. В предлагаемой работе напряжения в полосе ($-\infty < x < \infty$; $0 \leq y \leq b$) под действием нормальной нагрузки $P(x)$, приложенной к ее границам, найдены с помощью преобразования Фурье.

Исходными соотношениями задачи являются уравнения равновесия и совместности деформаций:

$$\frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0. \quad (3)$$

Здесь функция f равна:

$$f(x, y) = \sigma_{xx} + \sigma_{yy}. \quad (4)$$

Граничные условия задачи:

$$\sigma_{yy}(x, 0) = -P(x); \quad \sigma_{xy}(x, 0) = 0; \quad (5)$$

$$\sigma_{yy}(x, b) = -P(x); \quad \sigma_{xy}(x, b) = 0. \quad (6)$$

Функция $P(x)$ равна нулю, если $|x| \geq a$,

Напряжения σ_{jk} представим интегралами Фурье:

$$\sigma_{jk}(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \bar{\sigma}_{jk}(\omega, y) \exp(i\omega x) d\omega. \quad (7)$$

Здесь и далее черта над символами означает преобразование Фурье функции, например:

$$\bar{\sigma}_{jk}(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \sigma_{jk}(\omega, y) \exp(-i\omega x) d\omega. \quad (8)$$

* © Шагов А.В., 2019

Применим интегральное преобразование (8) ко всем членам равенств (1)–(6), получим краевую задачу для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.

$$\frac{d\bar{\sigma}_{xy}}{dy} + i\omega\bar{\sigma}_{xx} = 0; \quad (9)$$

$$\frac{d\bar{\sigma}_{yy}}{dy} + i\omega\bar{\sigma}_{xy} = 0; \quad (10)$$

$$\frac{d^2\bar{f}}{dy^2} - \omega^2\bar{f} = 0; \quad (11)$$

$$\bar{f} = \bar{\sigma}_{xx} + \bar{\sigma}_{yy}; \quad (12)$$

$$\bar{\sigma}_{yy}(\omega, 0) = -\bar{P}(\omega); \quad \bar{\sigma}_{xy}(\omega, 0) = 0; \quad (13)$$

$$\bar{\sigma}_{yy}(\omega, b) = -P(\omega); \quad \bar{\sigma}_{xy}(\omega, b) = 0. \quad (14)$$

В уравнении (9) величину $\bar{\sigma}_{xx}$ выразим из формулы (12):

$$\frac{di\bar{\sigma}_{xy}}{dy} + \omega\bar{\sigma}_{yy} = \omega\bar{f}. \quad (15)$$

В уравнениях (10), (15) примем за новые неизвестные функции линейные комбинации $\bar{\sigma}_{yy}$ и $\bar{\sigma}_{xy}$

$$\sigma_1(y) = \bar{\sigma}_{yy} + i\bar{\sigma}_{xy}; \quad \sigma_2(y) = \bar{\sigma}_{yy} - i\bar{\sigma}_{xy}. \quad (16)$$

Комбинируя уравнения (10) и (15), в соответствии с определениями (16) для σ_1 и σ_2 получаем

$$\frac{d\sigma_1}{dy} + \omega\sigma_1 = \omega\bar{f}; \quad (17)$$

$$\frac{d\sigma_2}{dy} + \omega\sigma_2 = -\omega\bar{f}. \quad (18)$$

Граничные условия для σ_1 и σ_2 следуют из равенств (16), (13) и (14)

$$\sigma_1(\omega, 0) = -\bar{P}(\omega); \quad \sigma_2(\omega, 0) = -\bar{P}(\omega); \quad (19)$$

$$\sigma_1(\omega, b) = -\bar{P}(\omega); \quad \sigma_2(\omega, b) = -P(\omega). \quad (20)$$

Для Функции \bar{f} из уравнения (11) получаем:

$$\bar{f}(\omega, y) = A\exp(-\omega y) + B\exp(\omega y). \quad (21)$$

Общие решения уравнений (16), (17) с учётом формулы (21) запишем в виде:

$$\sigma_1(\omega, y) = C_1\exp(-\omega y) + A\omega y\exp(-\omega y) + B * sh(\omega y); \quad (22)$$

$$\sigma_2(\omega, y) = C_2 \exp(-\omega y) - A \operatorname{sh}(\omega y) - B \omega y \exp(\omega y). \quad (23)$$

Чтобы функции σ_1 и σ_2 удовлетворяли условиям (19), постоянные C_1 и C_2 должны быть равны:

$$C_1 = C_2 = -\bar{P}(\omega). \quad (24)$$

Подчинив σ_1 и σ_2 условиям (20), с учётом (24) получим два уравнения для постоянных A и B :

$$A \omega b \exp(-\omega b) + B \operatorname{sh}(\omega b) = \bar{P}(\omega) [\exp(-\omega b) - 1]; \quad (25)$$

$$A \operatorname{sh}(\omega b) + B \omega b \exp(\omega b) = -\bar{P}(\omega) [\exp(\omega b) - 1]. \quad (26)$$

Отсюда получаем:

$$A = -\bar{P}(\omega) D(\omega) [\exp(\omega b) - 1]; \quad B = \bar{P}(\omega) D(\omega) [\exp(-\omega b) - 1], \quad (27)$$

где $D(\omega) = [\operatorname{sh}(\omega b) + \omega b]^{-1}$.

Из формул (16) для $\bar{\sigma}_{yy}, \bar{\sigma}_{xy}$ следует, что

$$\bar{\sigma}_{yy} = \frac{1}{2}(\bar{\sigma}_1 + \sigma_2); \quad \bar{\sigma}_{xy} = \frac{-i}{2}(\sigma_1 - \sigma_2). \quad (28)$$

Подставив в равенства (28) выражения (22), (23) для σ_{yy}, σ_{xx} , запишем:

$$\bar{\sigma}_{yy}(\omega, y) = \frac{1}{2} \{ (B - A) \operatorname{sh}(\omega y) + \omega y [A \exp(-\omega y) - B \exp(\omega y)] - 2\bar{P}(\omega) \operatorname{ch}(\omega y) \}; \quad (29)$$

$$\bar{\sigma}_{xy}(\omega, y) = \frac{-i}{2} \{ (B + A) \operatorname{sh}(\omega y) + \omega y [A \exp(-\omega y) + B \exp(\omega y)] + 2\bar{P}(\omega) \operatorname{sh}(\omega y) \}. \quad (30)$$

Для функции $\bar{f}(\omega, y)$ из (21) и (7) следует:

$$f(\omega, y) = -2\bar{P}(\omega) D(\omega) [\operatorname{sh}(\omega y) + \operatorname{sh}(\omega(b - y))]. \quad (31)$$

Из (4) для $\bar{\sigma}_{xx}$ имеем

$$\bar{\sigma}_{xx}(\omega, y) = \bar{f}(\omega, y) - \bar{\sigma}_{yy}. \quad (32)$$

При плоской деформации:

$$\bar{\sigma}_{zz}(\omega, y) = \mu f(\omega, y), \quad (33)$$

где μ – коэффициент Пуассона материала полосы. Подставив преобразования Фурье $\bar{\sigma}_{jk}$ из формул (29)–(33) в подынтегральные выражения в (7), найдем распределение напряжений $\sigma_{jk}(x, y)$ в полосе.

Список литературы

1. Уфлянд Я. С. Интегральные преобразования в теории упругости. Л. : Наука, 1967.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ ПАНКРЕАТИТА МЕТОДОМ ОБОБЩЕННЫХ ОЦЕНОК

Е.А. Шевчук^{1*}

Научный руководитель Е.Е. Голденок²
кандидат физико-математических наук, доцент

¹*Красноярский государственный медицинский университет,
им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого*

²*Сибирский федеральный университет*

По многочисленным данным различных источников распространенность панкреатита достигает от 5–12 % среди других заболеваний пищеварительной системы, а в общей клинической практике – 0,2–0,6 %. Ряд авторов указывает, что частота выявления панкреатитов на аутопсии находится в интервале от 0,01 до 5,4 %. Риск преждевременной смерти от панкреатита достигает 20 %, что происходит вследствие неправильного лечения [1]. Правильная оценка степени тяжести заболевания позволит избежать подобного рода ошибок и улучшит прогноз для пациентов в будущем. В настоящее время актуальна задача разработки и применения программных средств математической обработки данных в медицинской диагностике. Задача диагностики степени тяжести заболевания представляет собой классическую задачу распознавания образов, точнее, задачу классификации с учителем, предлагается решение этой задачи методом обобщенных оценок Игнатъева [2].

По данным выборки – множеству 115 пациентов с диагнозом панкреатит, по каждому пациенту известны данные клинических, лабораторных и инструментальных исследований, измеренные в разных шкалах, среди них 24 показателя – в интервальных шкалах, 14 – в номинальных, один (степень тяжести заболевания) – в порядковой. Для всех пациентов из выборки известна степень тяжести заболевания. Первичный статистический анализ выборки показал, что значения признаков у пациентов с первой и третьей степенями тяжести заболевания сильно разнятся, в то время как значения признаков у пациентов со второй степенью тяжести мало отличаются от значений с первой и третьей степенями тяжести, поскольку она имеет промежуточный характер. Такая ситуация вынудила проводить классификацию всех пациентов по двум группам (классам): первый класс – первая степень тяжести, второй класс – вторая и третья степени тяжести.

Метод построения обобщенных оценок состоит из следующих шагов. На первом шаге максимизируется критерий информативности признака, интерпретируемый как его вес. Чем ближе значение критерия к единице, тем информативнее признак. Значение признака, соответствующего критерию, разбивает все значения признака на два интервала (класса), вычисляются функции принадлежности каждому классу. На втором шаге, с учетом найденных весов, вычис-

* © Шевчук Е.А., 2019

ляются обобщенные оценки каждого пациента выборки по множеству количественных признаков. На третьем шаге вычисляется вклад качественных признаков в обобщенную оценку каждого пациента. На четвертом шаге вычисляется обобщенная оценка по всему множеству признаков (как сумма обобщенных оценок по множеству количественных признаков и сумма вкладов по всему множеству качественных признаков). Метод обобщенных оценок может также применяться в качестве инструмента сокращения признакового пространства. Для этого исключают из рассмотрения признаки с наименьшими весами, как наименее информативные, и получают признаковое пространство меньшей размерности. В новом признаковом пространстве снова вычисляют обобщенные оценки.

Для реализации метода обобщенных оценок написана программа в пакете MathCAD. Для верификации программы создан демопример с 9 пациентами, характеризуемыми восемью хорошо разделяемыми по степени тяжести признаками, характерными для диагностики панкреатита, и для каждого пациента определена степень тяжести заболевания.

Степень тяжести	Гемоглобин	Лейкоциты	Мочевина	Энцефалопатия	структура ПЖ	Диурез
1	160	12.3	8.5	1	0	0
3	250	20.5	16.7	1	0	0
2	190	15.5	12.1	0	0	1
1	165	11.7	9.5	0	1	1
3	230	19.6	15.6	1	0	0
2	200	17.6	13.4	0	1	1
1	150	10.7	10.2	1	1	1
2	170	16.4	13.3	0	1	0
1	155	11.8	11.6	1	1	1

Рис. 1. Демонстрационный пример

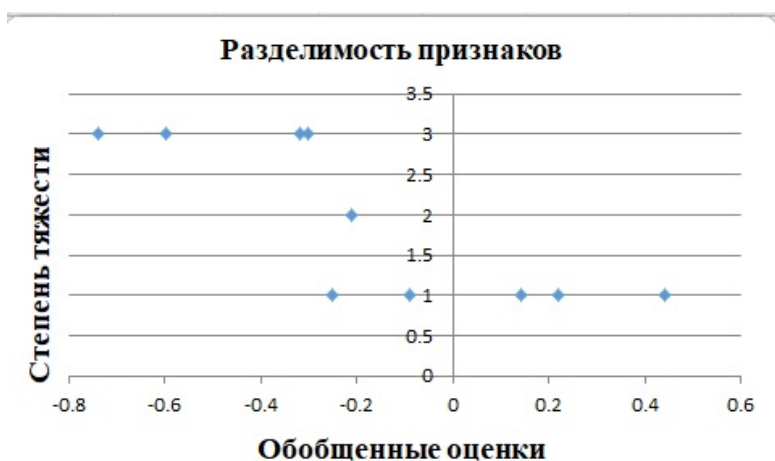


Рис. 2. Разделимость признаков

Вычислены веса количественных и качественных признаков, вычислены обобщенные оценки как по множеству количественных признаков, так и обобщенные оценки по всему множеству признаков с учетом в них вкладов множества качественных признаков, а также построены графики критериев и функции

принадлежностей к классам. Веса признаков, как и ожидалось равны 1, и по обобщенным оценкам построена диаграмма, визуализирующая разбиение всех пациентов на 2 класса, для одного класса все оценки положительные, а для другого – отрицательные.

Верификация программы на демопримере показала хороший результат классификации и, следовательно, эта программа в дальнейшем может быть использована для поддержки принятия решений врача на этапе диагностики степени тяжести панкреатита.

Список литературы

1. Калягин А. Н., Решина И. В. Современные аспекты ведения больных с хроническими панкреатитами // Сибирский медицинский журнал. 2011. № 4. С. 143–145.

2. Игнатъев Н. А. О конструировании признакового пространства для поиска логических закономерностей в задачах распознавании образов // Вычислительные технологии. 2012. Т. 17. № 4. С. 56–62.

ВЫБОР ШАГА ПО ВРЕМЕНИ В ЧИСЛЕННЫХ РАСЧЕТАХ МНОГОЧАСТИЧНЫХ СИСТЕМ С ГРАВИТАЦИОННЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

Н.В. Юдина*

Научный руководитель О.А. Золотов
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Гравитационная задача N тел является классической проблемой небесной механики. В настоящее время задача N ($N > 3$) тел в общем виде может быть решена только численно [1]. Для анализа численных методов решения такой задачи рассмотрим задачу, имеющую аналитическое решение. При $N = 2$ имеем задачу двух тел. Данную задачу можно представить в виде двух независимых задач одного тела, которые могут быть решены аналитически. Соответственно, для задачи двух тел также существует аналитическое решение [2]. В качестве численного метода будем использовать симплектический алгоритм (1)–(3).

Решение задачи двух ($N = 2$) тел было произведено в несколько этапов.

1. Разбор симплектического метода и его модификаций, связанных с выбором переменного шага по времени.

2. Реализация модификаций симплектического метода с целью получения необходимых данных для построения орбит.

3. Построение точного решения для сравнительного анализа.

В качестве начальных данных были выбраны: масса – 1000 масс планеты Земля, начальное положение между телами – 2 аи (астрономические единицы), начальная скорость – 1/6 орбитальной.

Следующий этап заключался в рассмотрении данного симплектического метода:

$$r_n^{k+1/2} = r_n^k + \tau_k \frac{p_n^k}{2m_n}; \quad (1)$$

$$p_n^{k+1} = p_n^k - \tau_k (\nabla_{r_n} U(r)) \Big|_{r_n=r_n^{k+1/2}}; \quad (2)$$

$$r_n^{k+1} = r_n^{k+1/2} + \tau_k \frac{p_n^{k+1}}{2m_n}; \quad (3)$$

$$n = 1, \dots, N; k = 0, 1, \dots,$$

где r_n^k , $r_n^{k+1/2}$, r_n^{k+1} – расстояния между небесными телами в моменты времени k , $k+1/2$ и $k+1$ соответственно; p_n^k , p_n^{k+1} – импульсы n -го тела в моменты

* © Юдина Н.В., 2019

времени k и $k+1$ соответственно; τ_k – переменный шаг по времени; m_n – масса n -го тела; $-\nabla_{r_n} U(r) = f_n(t)$ – сила потенциального взаимодействия тел.

Был выбран именно симплектический метод в силу того, что он сохраняет величину, связанную с энергией.

Модификации симплектического метода заключались в определенном выборе переменного шага по времени.

В первой модификации шаг вычисляется по следующей формуле:

$$\tau_k = \min \left(\frac{\Delta S}{v_{1,2}^k} \right), \quad (4)$$

где $\Delta S = \frac{2\pi R}{1000}$ – 1/1000 часть орбиты с радиусом R в момент времени k ; $v_{1,2}^k$ – скорость 1-го, 2-го тела в момент времени k .

В силу того, что любой численный алгоритм сталкивается с проблемой: при тесном сближении тел необходимо уменьшать шаг интегрирования [1], во второй модификации мы использовали зависимость переменного шага по времени τ_k от силы гравитационного взаимодействия между двумя телами F^k в момент времени k по следующей формуле:

$$\tau_k = \min \left(\frac{-v_{1,2}^k + \sqrt{(v_{1,2}^k)^2 + 2 \frac{F^k}{m} \Delta S}}{\frac{F^k}{m}} \right), \quad (5)$$

где $\Delta S = \frac{2\pi R}{1000}$ – 1/1000 часть орбиты с радиусом R в момент времени k ; $v_{1,2}^k$ – скорость 1-го, 2-го тела в момент времени k ; F^k – модуль силы гравитационного взаимодействия между двумя телами в момент времени k ; m – масса тела.

Для сравнительного анализа модификаций было построено точное решение задачи двух тел, которое представляется следующей формулой [3]:

$$r = \frac{p}{\varepsilon \cdot \cos(\varphi_{min} - \varphi) + 1}, \quad (6)$$

где $p = \frac{2 \cdot L^2}{G \cdot m^3}$ – фокальный параметр эллиптической орбиты; $\varepsilon = -\sqrt{\frac{4 \cdot L^2 \cdot E}{G^2 \cdot m^5} + 1}$ – эксцентриситет эллиптической орбиты; L – модуль момента импульса системы; E – полная энергия системы; G – гравитационная постоянная; m – масса тела.

С помощью численной реализации модификаций симплектического метода получены координаты тел в определённые моменты времени, то есть их траектории. Ниже приведены результаты численных расчетов в графическом виде.

В заключение можно сделать следующий вывод: вторая модификация симплектического метода (5) не намного больше затрачивает времени на компьютерные вычисления, чем первая модификация (4), но при этом дает более точный результат.

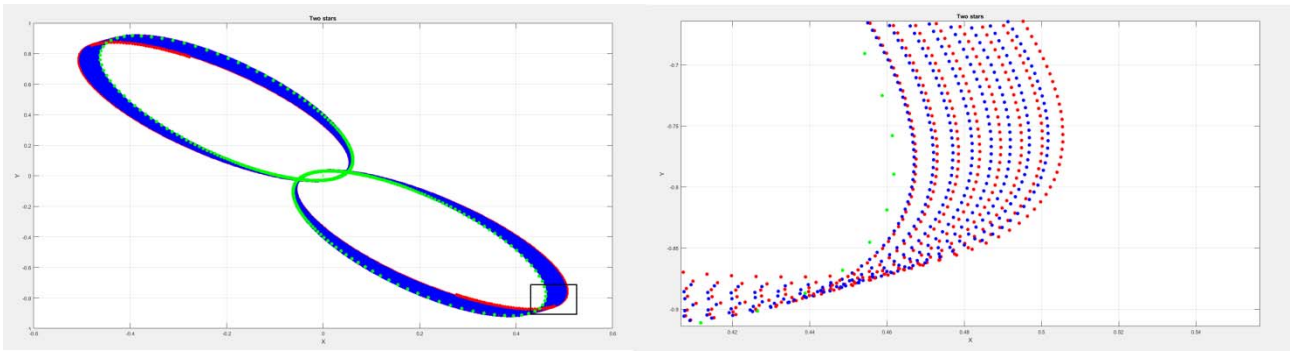


Рис. Эллиптические орбиты двух тел, реализованные модификациями симплектического метода: первая модификация выделена красным цветом, вторая – синим. Точное решение построено зеленым цветом. Период обращения $T = 3$

Список литературы

1. Гравитационная задача N тел [Электронный ресурс]. Дата обновления: 03.10.2017. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гравитационная_задача_N_тел.
2. Задача двух тел [Электронный ресурс]. Дата обновления: 11.04.2019. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_двух_тел.
3. Сербо В. Г., Черкасский В. С. Дополнительные главы аналитической механики [Электронный учебник]. Новосибирск, 2013. 50 с.

Фундаментальная и прикладная физика

ДВА РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ СПИНОВОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ В ТРЕХОРБИТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ХАББАРДА

А.К. Арзиев *

Научный руководитель М.М. Коршунов
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Изучение физики твердых тел связано не только с созданием различных материалов с интересными свойствами, но и с поиском ответов на фундаментальные вопросы, возникающих в процессе исследования. Отдельным классом можно выделить необычные и высокотемпературные сверхпроводники (ВТСП) в группе соединений на основе железа, а именно пниктиды, которые были открыты в 2008 г. [1].

Одной из основных проблем в ВТСП являются:

- механизмы формирования куперовских пар;
- симметрия сверхпроводящего параметра порядка.

Для решения этих проблем выдвинуты различные теории [2], одной из которых является спин-флуктуационная теория сверхпроводимости. Главным её объектом выступает динамическая спиновая восприимчивость [3, 4]. Исследование зависимости спиновой восприимчивости от энергии системы позволяет определить симметрию параметра порядка.

В качестве первоначальной модели мы возьмём двухчастичный гамильтониан с одноузельным взаимодействием общего вида [3, 4]:

$$\begin{aligned}
 H = & \sum_{l,m,f,g,\sigma} t_{fg}^{lm} a_{fl\sigma}^+ a_{gm\sigma} + U \sum_{f,l} n_{fl\uparrow} n_{fl\downarrow} + \frac{U'}{2} \sum_{f,l \neq m} n_{fl} n_{fm} + \\
 & + \frac{J}{2} \sum_{f,\sigma,\sigma'} a_{fl\sigma}^+ a_{fm\sigma'}^+ a_{fl\sigma'} a_{fm\sigma} + J' \sum_{f,l} a_{fl\uparrow}^+ a_{fl\downarrow}^+ a_{fm\downarrow} a_{fm\uparrow}
 \end{aligned} \tag{1}$$

где первый член описывает перескок электрона, U и U' – это константы внутри и межорбитального Хаббардовского отталкивания, J – хундовский обмен и J' – парный перескок. В этих формулах $a_{fl\sigma}^+ a_{gm\sigma}$ – это операторы рождения (уничтожения) электрона на узле $f(g)$ и на орбитали $l(m)$ со спином σ ($\bar{\sigma} = -\sigma$), $n_{fl\uparrow} = a_{fl\uparrow}^+ a_{fl\uparrow}$ – оператор числа частиц и $n_{fl} = n_{fl\uparrow} + n_{fl\downarrow}$.

Динамическая спиновая восприимчивость многоорбитальных систем представляется в виде спинового коррелятора [3, 4]:

$$\chi_{+-}^{l,l',m,m'}(q, i\Omega) = - \int_0^{\beta} d\tau e^{iq(g-f)} \langle T_{\tau} S_{ll'}^+(\tau) S_{mm'}^-(0) \rangle \tag{2}$$

* © Арзиев А.К., 2019

где l, l', m и m' – орбитальные индексы, $\langle \dots \rangle$ – означает усреднение по распределению Гиббса, T_τ – оператор хронологического упорядочения, Ω – мацубаровская частота, τ – мацубаровская время, β – обратная температура и $S_{ll'}^+(\tau)$ – спиновый оператор.

Задача состоит в необходимости найти, чему равна корреляционная функция $\langle T_\tau S_{ll'}^+(\tau) S_{mm'}^-(0) \rangle$. Но, к сожалению, точно найти ее не удастся из-за сложности нашей модели. Поэтому приходится использовать различные приближения.

Нами для этой модели были получены два решения на функцию Грина в представлении операторов Хаббарда [5] в различных пределах. Первый предел – из Гамильтониана (1) исключаем слагаемое отвечающее за перескок электрона с одного узла на другой узел, то есть оставляем одноузельное взаимодействие и получаем уравнение движения на функцию Грина, которое и решаем. Во втором пределе мы от первоначальной модели отбрасываем слагаемые, отвечающие за переход из двухчастичного состояния в одночастичное и наоборот. Это связано с тем, что верхняя хаббардовская зона лежит очень высоко над нижней, то есть имеет место большая диэлектрическая щель. Такой подход соответствует t-модели [6]. Для этой модели получаем уравнение движения на функцию Грина, используя следующее приближение: $\langle T_\tau X_{X_2}^{\uparrow_{x_2}|0}(\tau) X_{X_1}^{0|0}(\tau) X_f^{0|\downarrow_i}(\tau), X_g^{(\dots)}(0) \rangle \approx \langle X_{X_1}^{0|0}(\tau) \rangle \langle T_\tau X_{X_2}^{\uparrow_{x_2}|0}(\tau) X_f^{0|\downarrow_i}(\tau), X_g^{(\dots)}(0) \rangle$. Затем для получения самосогласованного уравнения мы оставляем только те члены суммы, которые появляются в уравнениях.

Список литературы

1. Kamihara Y., Watanabe T., Hirano M., Hosono H. Iron-based layered superconductor La[O₂(1-x)F_x]FeAs (x=0.05-0.12) with T_c K // Journal of American Chemistry Society. 2008. Vol. 130. № 11. P. 3296.
2. Коршунов М. М. Сверхпроводящее состояние в соединениях железа и спин-флуктуационная теория спаривания // Успехи физических наук. 2014. Т. 184. № 8. С. 882.
3. Korshunov M. M. Itinerant spin fluctuations in iron-based superconductors // Perturbation Theory: Advances in Research and Applications. New York, 2018. Гл. 2. P. 61–138.
4. Методы теории поля при конечных температурах : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / сост.: Ю. Н. Тогушова, М. М. Коршунов. Электрон. дан. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015.
5. Ovchinnikov S. G., Val'kov V. V. Hubbard Operators in the Theory of Strongly Correlated Electrons. London : Imperial College Press, 2004. 241 p.
6. Зайцев Р. О. Уравнения двухжидкостной гидродинамики в модели Хаббарда // ЖЭТФ. 2010. Т. 137. № 4. С. 675.

АДСОРБЦИЯ КРАСИТЕЛЯ ЭОЗИНА Y НА ПОВЕРХНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ИЗ РАЗНОЗАРЯЖЕННЫХ ПРИРОДНЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ*

М.В. Атаманова, Н.В. Слюсаренко, М.А. Герасимова[†]

Научный руководитель Е.А. Слюсарева
доктор физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В ходе развития человечества появилось множество антропогенных факторов воздействия на окружающий мир. Одно из них – загрязнение рек, морей, океанов. Вопрос эффективной очистки вод в настоящее время является острой проблемой, и, в зависимости от характера загрязнения и местности, предлагаются различные виды решений. В данной работе рассмотрена возможность удаления из воды ксантенового красителя эозина Y (прототипа загрязнителя) с помощью нового адсорбента, произведённого из сульфатированного арабиногалактана [1], выделенного из сибирской лиственницы *Lárix sibirica* и хитозана, полученного из хитина панцирей креветок (рис. 1). Данные полисахариды являются продуктами переработки растительного и животного сырья, экологичны и обладают низкой стоимостью.

Для синтеза полиэлектролитных комплексов (ПЭК) – адсорбентов был выбран принцип электростатического связывания двух противоположно заряженных (при pH 5,4) полиэлектролитов (поликатионного хитозана и полианионного арабиногалактана). Ранее такой синтез был реализован для пар хитозан-хондроитинсульфат и хитозан-гиалуронат [2].

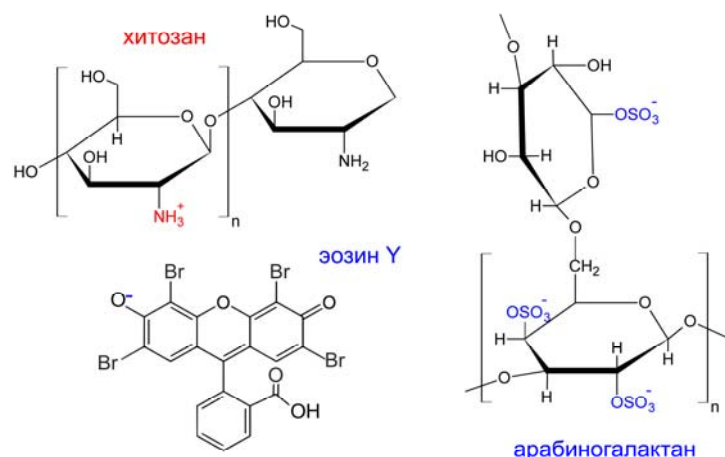


Рис. 1. Структурные формулы хитозана, арабиногалактана и эозина Y (pH 5,4).

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки, проект № 18-43-242003.

[†] © Атаманова М.В., Слюсаренко Н.В., Герасимова М.А., 2019

Полученные частицы полиэлектролитных комплексов были аттестованы методом динамического светорассеяния. Размеры частиц составили 0,4 мкм (индекс полидисперсности, PDI = 0,13–0,14) и ζ -потенциал около +40 мВ. Величина ζ -потенциала подтверждает коллоидную стабильность раствора на протяжении не менее одного месяца; при этом размер частиц и PDI сохраняются.

Адсорбция эозина Y на поверхности ПЭК была исследована путем построения изотермы адсорбции. Для этого было установлено количественное соотношение между удельной (на единицу массы адсорбента m) концентрацией адсорбированного вещества (q_e) и равновесной концентрацией неадсорбированного вещества (C_e). Для разделения неадсорбированной и адсорбированной фракции красителя применялось осаждение последней с помощью центрифуги.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}, \quad (1)$$

где C_0 – начальная концентрация адсорбата в жидкой фазе с объемом V . Определение концентраций производилось спектрофотометрическим методом с использованием двухлучевого спектрофотометра Lambda 35 (Perkin Elmer) в интервале длин волн 430–650 нм. Измерения проводились при комнатной температуре. Полученная изотерма показана на рис. 2.

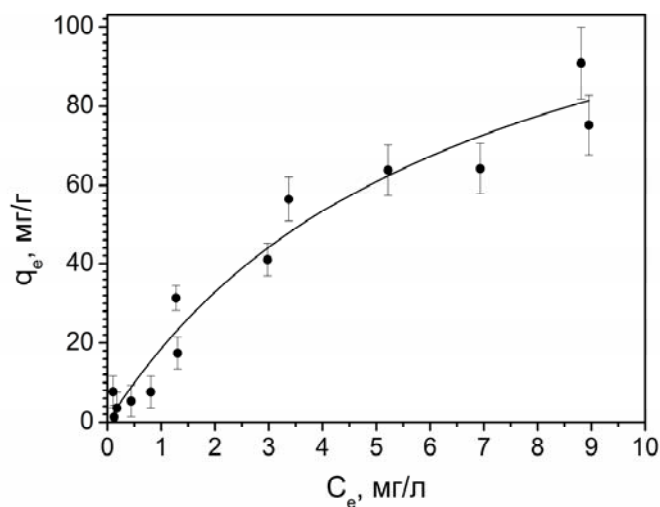


Рис. 2. Изотерма адсорбции красителя эозина Y на поверхности ПЭК

Анализ изотермы адсорбции с помощью различных моделей (Ленгмюра, Фрейндлиха, Ленгмюра – Фрейндлиха) позволил установить, что наиболее подходящей моделью для описания экспериментальных данных является модель Ленгмюра (коэффициент корреляции 0,96), которая описывает однослойную адсорбцию на поверхности и свидетельствует о структурной однородности адсорбента (2) [3]:

$$q_e = q_m \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e}, \quad (2)$$

где q_m – адсорбционная емкость, K_L – константа адсорбции.

На основании уравнения (2) были определены адсорбционная емкость нового материала и константа адсорбции, равные $141,7 \pm 56,7$ мг/г и $0,15 \pm 0,05$ л/мг соответственно. Первая величина характеризует эффективность адсорбента и для исследованного случая нового материала не менее чем в три раза превышает исследованные аналоги [2]. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разработки нового адсорбента для решения экологических задач.

Список литературы

1. Пат. 2521649 Российская Федерация, МПК С 08 В 37/00.(2006.01) Способ получения сульфатированных производных арабиногалактана / Н. Ю. Васильева и др. № 2013109669/13; заявл.04.03.13 ; опубл. 10.07.14, Бюл. Изоб.
2. Slyusareva E., Gerasimova M., Plotnikov A., Sizykh A. Spectral study of fluorine dyes adsorption on chitosan-based polyelectrolyte complexes // Colloid Interface Sci. 2014. V. 417. P. 80–87.
3. Langmuir J. The constitution and fundamental properties of solid and liquids // Am J. Soc. 1916. V. 38. P. 2221–2295.

РАСЧЕТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СМЕШЕНИЯ ДВУХ ЖИДКОСТЕЙ В МИКРОКАНАЛЕ Т-ТИПА С О-ОБРАЗНЫМ РАЗВЕТВЛЕНИЕМ*

В.М. Будько^{1†}

Научный руководитель А.В. Минаков^{1,2}

кандидат физико-математических наук, доцент

Научные консультанты А.А. Шебелева^{1,2}, А.В. Шебелев^{1,2}

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН*

В течение последних двух десятилетий были рассмотрены различные способы повышения производительности микросмесительного оборудования, в том числе применение микроканалов с определенным образом подобранной геометрией (пассивные миксеры). Большинство таких микромиксеров продемонстрировали хорошую эффективность, особенно в приложениях с достаточно высокими значениями числа Рейнольдса. Таким образом, исследования в данной области чрезвычайно актуальны, их реализация позволит оптимизировать микромиксеры, значительно уменьшив время перемешивания по сравнению с крупногабаритными реакторами за счет интенсификации физико-химических процессов, а также снизить затраты на их производство.

Было проведено расчетное исследование эффективности смешения жидкостей в микромиксере сложной геометрической формы с различным количеством базовых элементов (БЭ): 2 БЭ, 4 БЭ, 6 БЭ. Геометрия микромиксера с 2 БЭ, состоит из входных каналов сечением $200 \times 200 \times 3400$ мкм и канала смешения 200×400 мкм. Общая длина микромиксера с 2 БЭ – 5100 мкм; 4 БЭ – 9500 мкм; 6 БЭ – 13900 мкм. Через верхний и нижний входные каналы навстречу друг другу подается вода с равным расходом, зависящим от числа Рейнольдса, и одинаковыми свойствами $\rho = 1000$ кг/м³, $\mu = 0.001$ Па·с. Расчет проводился в широком диапазоне чисел Рейнольдса $1 \leq Re \leq 300$ при следующих параметрах сетки: сетка ортогональная, структурированная, размер ячейки равен $1 \cdot 10^{-5}$ м. Проведенные методические расчеты показали, что такой детализации сетки достаточно, для разрешения границы раздела.

В работе рассматриваются несжимаемые течения многокомпонентных жидкостей, для описания которых используется гидродинамический подход, основанные на численном решении пространственных и нестационарных уравнений Навье – Стокса, дополненных уравнениями закона сохранения энергии,

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта №18-48-243011: «Расчетное исследование способов повышения эффективности микрофлюидных реакторов».

† © Будько В.М., 2019

переноса и диффузии компонент. Численная методика, граничные условия и схемы аппроксимации подробно описаны в работах [1–6].

Расчетные картины распределения концентрации по каналу при числах Рейнольдса $Re = 50$ и $Re = 160$ представлены на рис. 1. В результате расчетов было установлено, что изменение геометрии микромиксера приводит к существенной интенсификации смешения как до, так и после наступления «втягивающего» режима.

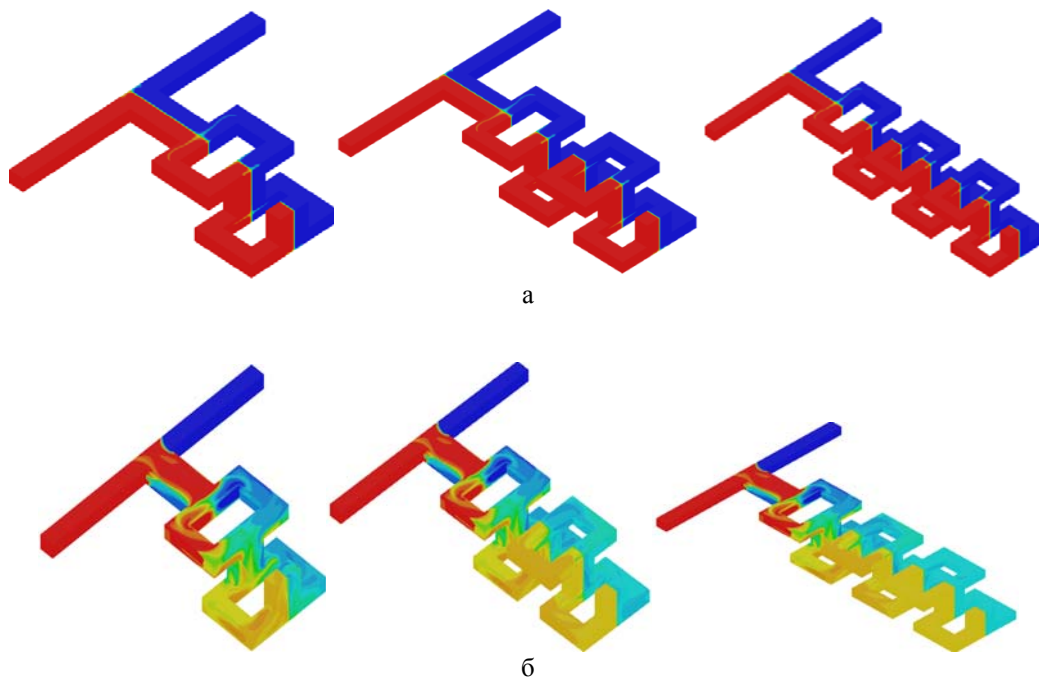


Рис. 1. Распределение концентрации по каналу при числе Рейнольдса: а – $Re=50$; б – $Re=160$; для геометрии микромиксера с различным количеством базовых элементов (2 БЭ, 4 БЭ, 6 БЭ).

Проведено расчетное исследование влияния геометрической формы микромиксера на эффективность смешения жидкостей и перепад давлений (рис. 2). На рис. 2, а представлена зависимость влияния количества базовых элементов на эффективность смешения от числа Рейнольдса. Было выявлено, что во всем диапазоне чисел Рейнольдса эффективность смешения микромиксера с 6 БЭ выше, чем с 2 и 4 БЭ. Так, для $Re = 50$ эффективность смешения для 6 БЭ в 1,26 раз больше, чем для 4 БЭ, и в 1,74 раз больше, чем для 2 БЭ; для $Re = 180$ эффективность смешения для 6 БЭ в 1,18 раз больше, чем для 4 БЭ и в 1,68 раз больше, чем для 2 БЭ.

Изучено влияние количества базовых элементов на зависимость перепада давления от числа Рейнольдса (рис. 2, б). Определено, что при $Re = 100$, перепад давлений для 6 БЭ в 2,77 раза выше, чем для 2 БЭ, для $Re = 250$ перепад давлений для 6 БЭ выше в 1,47 раза по сравнению с 4 БЭ и в 2,76 раза выше по сравнению с 2 БЭ. Показано, что увеличение количества базовых элементов увеличивает перепад давлений во всем диапазоне чисел Рейнольдса $1 \leq Re \leq 300$. Исследовалась зависимости относительной приведенной эффек-

тивности смешения от числа Рейнольдса с различным количеством базовых элементов. Было показано, что приведенная эффективность смешения для сложной геометрии выше, чем эта же величина для соответствующих по длине прямых каналов. Как было показано во многих исследованиях [1–6], при течении и смешении двух жидкостей в прямом Т-образном микромиксере в зависимости от числа Рейнольдса реализуются различные режимы течения.

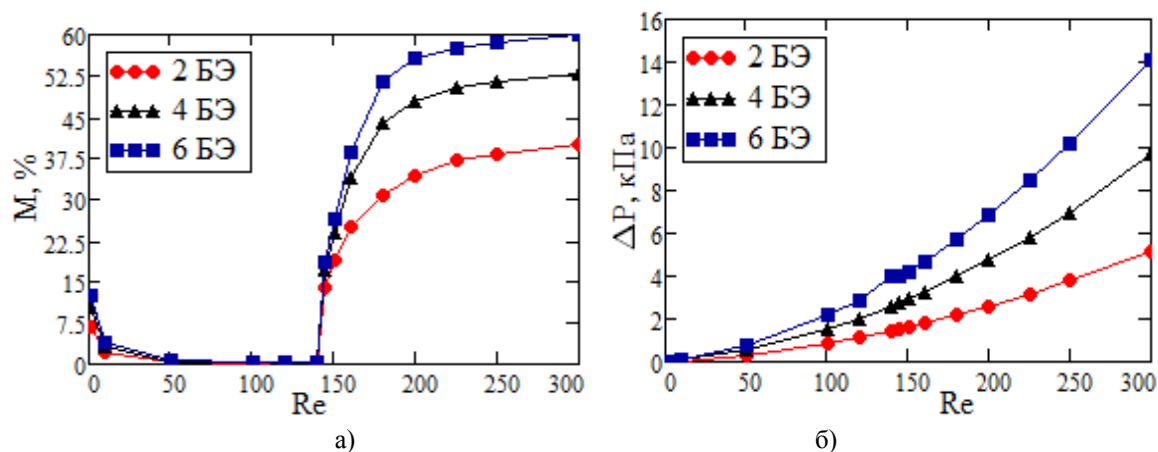


Рис. 2. Зависимость: а – эффективности смешения; б – перепада давления; от числа Re для геометрии микромиксера с различным количеством базовых элементов (2 БЭ, 4 БЭ, 6 БЭ).

Список литературы

1. Lobasov A. S., Shebeleva A. A., Minakov A. V. The Study of Ethanol and Water Mixing Modes in the T-shaped Micromixers // *Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics*. 2019. V. 12. Is. 2. P. 1–11.
2. Lobasov A. S., Minakov A. V. Analyzing mixing quality in a T-shaped micromixer for different fluids properties through numerical simulation // *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*. 2018. V. 124. P. 11–23.
3. Lobasov A. S., Minakov A. V., Kuznetsov V. V., Rudyak V. Y., Shebeleva A. A. Investigation of mixing efficiency and pressure drop in T-shaped micromixers // *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*. 2018. V. 134. P. 105–114.
4. Lobasov A. S., Minakov A. V., Rudyak V. Ya. Viscosity effect on the flow patterns in T-type micromixers // *Fluid dynamics*. 2016. V. 53. Is. 3. P. 381–388.
5. Lobasov A. S., Minakov A. V., Rudyak V. Ya. Flow Modes of Non-Newtonian Fluids with Power-Law Rheology in a T-Shaped Micromixer // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2018. V. 52. Is. 3. P. 393–403.
6. Lobasov A. S., Minakov A. V., Rudyak V. Ya. Study of the Mixing Regimes of a Fluid and a Nanofluid in a T-shaped Micromixer // *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*. 2018. V. 91. Is. 124. P. 124–135.

ИЗМЕРЕНИЕ ПЬЕЗОЭФФЕКТА С ПОМОЩЬЮ «ОДНОЗЕРКАЛЬНОГО ИНТЕРФЕРОМЕТРА»

Н.А. Губич^{1*}

Научный руководитель А.А. Иваненко²
кандидат физико-математических наук

¹Сибирский федеральный университет

²Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»

В отличие от интерферометра Майкельсона [1] однозеркальный интерферометр имеет более простую оптическую схему с наименьшим числом оптических элементов – источник когерентного излучения (лазер), интерференционно-чувствительный фотоприемник (ИЧФ) [2], зеркало, что позволяет облегчить его юстировку и использование. Для измерения пьезоэффекта достаточно установить на пьезоэлемент зеркало.

Лазерный луч проходит через полупрозрачный вакуумный ИЧФ и, отразившись от зеркала, закрепленного на пьезоэлементе, вновь проходит через фотоприемник (рис 1). На выходе фотоприемника формируется сигнал, имеющий форму синуса. Прямой и отраженный лучи формируют интерференционный сигнал, регистрируемый ИЧФ. В точке изменения направления движения зеркала на пьезоэлементе происходил скачок фазы синусоидального сигнала фотоприемника на π . Усиленный сигнал фотоприемника регистрируется цифровым осциллографом. Первый канал осциллографа используется в качестве синхронизирующего сигнала с генератора.

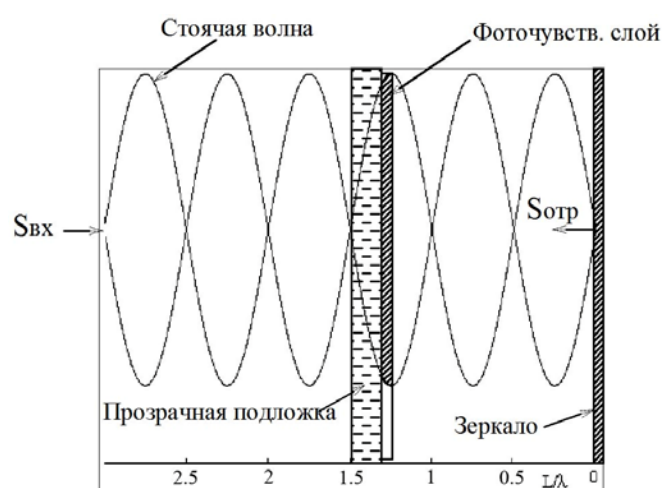


Рис. 1. ИЧФ в интерференционном поле встречных световых потоков, которые образованы в результате отражения света от одного зеркала

Структурная схема и установка для измерения пьезоэффекта (рис. 2, 3)

* © Губич Н.А., 2019

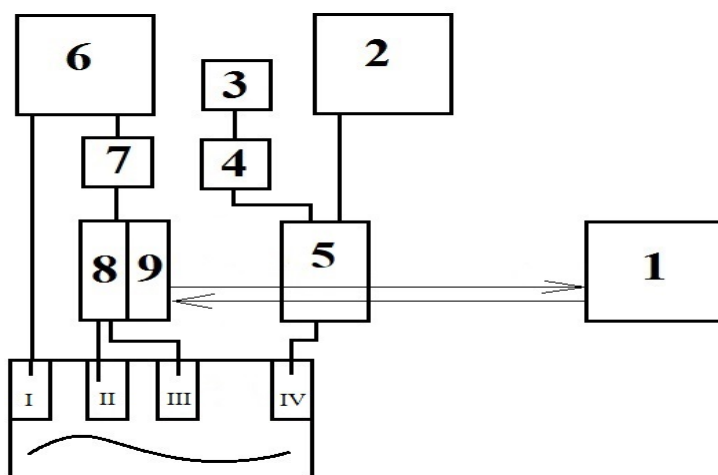


Рис. 2. Структурная схема установки: 1 – лазер ЛГН-301; 2 – источник питания фотоприемника 1 200 В; 3 – источник питания преобразователя ± 12 В; 4 – преобразователь ток-напряжение-усилитель; 5 – сурьмяно-цезиевый вакуумный фотоэлемент; 6 – генератор сигналов специальной формы АКПП – 3402; 7 – усилитель модулирующего сигнала пьезоэлемента; 8 – корректор микроперемещений пьезоэлектрический КП-1; 9 – зеркало; 10 – четырехканальный (I, II, III, IV) цифровой осциллограф НДО – 4034

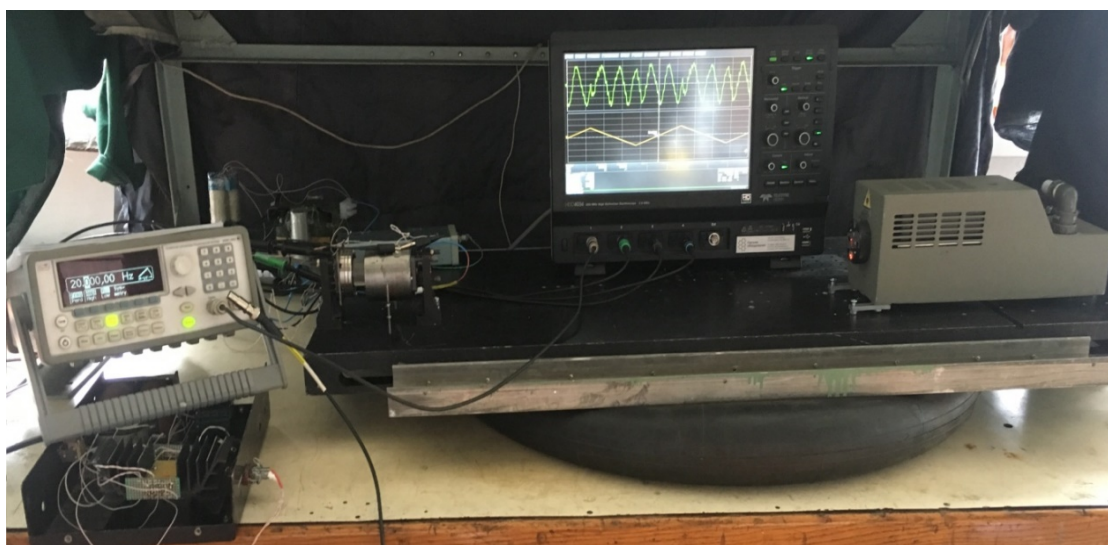


Рис. 3. Установка

На (рис. 4) изображена эпюра напряжения на пьезоэлементе (пилообразное напряжение) и на выходе преобразователя-усилителя вакуумного ИЧФ. На каждый спад или нарастание пилообразного напряжения приходится более двух периодов интерференционного сигнала. Каждое измерение представляет собой приращение напряжения пьезоэлемента за один период интерференционного сигнала. Обратный пьезоэффект пьезоэлемента (кп-1) равен отношению этого приращение на половину длины волны гелий-неонового лазера (0,3165 мкм).

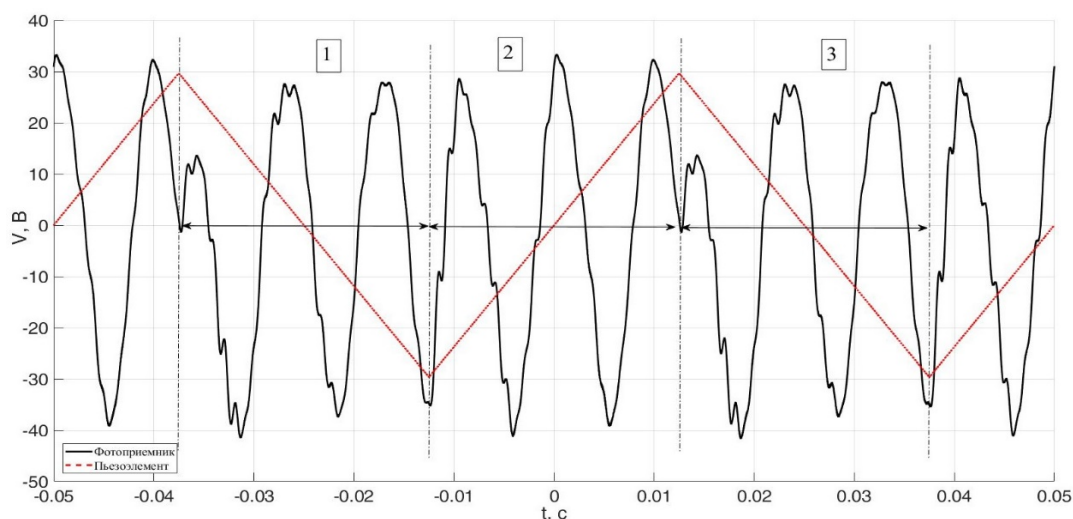


Рис. 4. Эпюры напряжения на пьезоэлементе (пилообразное напряжение) и на выходе преобразователя-усилителя вакуумного ИЧФ

Обратный пьезоэффект рассчитаем по формуле $q = \Delta U_{ij} / L$, где $L = \lambda/2$, $\lambda = 0,6329$ мкм.

Таблица

Результаты вычисления обратного пьезоэффекта

Интервал измерения i, j	Напряжение, ΔU_{ij} (В)	Обратный пьезоэффект, В/мкм	Отклонение от среднего значения, В/мкм
1,2	22,774	71,956	-0,276
2,3	22,976	72,594	0,361
4,5	22,985	72,622	0,389
6,7	22,757	71,902	-0,33
8,9	22,997	72,66	0,427
9,1	22,533	71,194	-1,038
11,12	23,015	72,717	0,484
12,13	22,735	71,833	-0,4
14,15	22,983	72,616	0,383
Среднее значение: 72.233		Среднее отклонение: 1,507	

Установка позволяет осуществлять измерение обратного пьезоэффекта со среднеквадратическим отклонением 1,507 В/мкм и перемещения зеркала на пьезоэлементе со среднеквадратическим отклонением 21 нм. При этом скорость изменения размеров пьезоэлемента допускается до 1 м/с.

Список литературы

1. Сивухин Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для вузов. В 5 т. Т. IV. Оптика. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2005. 792 с.

2. Photodetector interference field / N. P. Shestakov, A. A. Ivanenko, A. M. Sysoev // Proceedings of SPIE, V. 4900, Part Two. 2002. P. 1276–1289.

3. Пат. 2241280 Российская федерация, МКП H01L31/00, Фотоприемник / Шестаков Н. П., Иваненко А. А., Сысоев А. М. № 2002102016/28; 2002.01.21; утв. 2004.11.27, Бюл. № 33.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАХОЛОДНЫХ АТОМОВ В ЛЕСТНИЧНОМ ПОТЕНЦИАЛЕ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Р.А. Кальдин*

Научный руководитель С.В. Николаев
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Физика ультрахолодных атомов – бурно развивающаяся во всем мире область науки. Создание методов лазерного охлаждения коренным образом изменило атомную физику. Разработаны различные технологии получения атомов с температурами в области милли-, микро-, нано- и даже пикокельвин. Ультрахолодные атомы уже нашли многочисленные применения в решении фундаментальных и практических задач, например, в современных навигационных системах GPS и ГЛОНАСС. Развиваются многие другие научные применения в спектроскопии, физике вырожденных бозе- и ферми-газов, моделировании сверхтекучести и сверхпроводимости, в квантовой информатике. Исследования отмечены несколькими Нобелевскими премиями: за создание магнитооптической ловушки в 1997 г., за получение бозе-эйнштейновской конденсации разреженных газов в 2001 г., за эксперименты с одиночными квантовыми объектами в 2012 г. [1]

При низких температурах тепловые колебания практически отсутствуют, поэтому атомы занимают устойчивое положение в точках с минимальным потенциалом, образуя так называемую лестничную структуру (рис. 1). При этом они могут туннелировать из одного положения в другое.

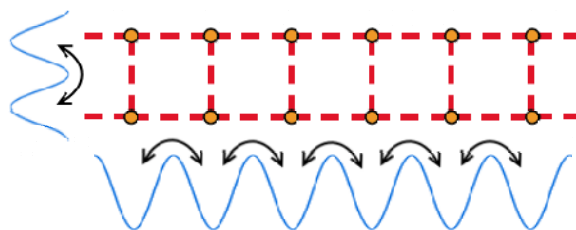


Рис. 1. Лестничная структура. Голубой чертой обозначен потенциал

В таких системах атомы ведут так же как частицы в твёрдом теле на кристаллической решётке, но вместо узлов решётки выступают потенциальные ямы.

Модель Хаббарда может рассматриваться как некая минимальная модель, учитывающая движение электронов в твердом теле наряду с межэлектронным взаимодействием. Без всякого сомнения, эта модель чересчур упрощена для количественного описания конкретных веществ. Тем не менее модель Хаббарда является одной из важнейших моделей теоретической физики.

* © Кальдин Р.А., 2019

При всей простоте ее формулировки, модель Хаббарда, по-видимому, содержит такие интересные явления, как переход металл-диэлектрик, ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм, сверхпроводимость, состояние квантовой жидкости Латтинжера [2, 3].

В представлении вторичного квантования гамильтониан этой модели записывается следующим образом:

$$\hat{H} = -t \sum_i (a_i^\dagger b_i + \text{Э.С.}) - T \sum_i (e^{-i\alpha} a_i^\dagger a_{i+1} + e^{i\alpha} b_i^\dagger b_{i+1} + \text{Э.С.}) + \frac{U}{2} \sum_i \hat{n}_i(\hat{n}_i - 1) - (\varepsilon - \mu) \sum_i \hat{n}_i$$

где i обозначает суммирование по всем узлам решётки; $b_i^\dagger b_i$ и $a_i^\dagger a_i$ – операторы рождения и уничтожения бозона на нижней и верхней цепочке, соответственно (рис. 2); оператор $\hat{n}_i = b_i^\dagger b_i$ задаёт число частиц в узле i ; параметры t и T – матричные элемент переходов, имеющий смысл подвижности бозонов в решётке; параметр U описывает локальное взаимодействие частиц, находящихся в одном узле, он описывает потенциал отталкивания; μ – химический потенциал; α – параметр, определяющий величину магнитного поля. Фаза, определённая как $(\frac{e}{\hbar}) \int_{r_i}^{r_j} \vec{A}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$, где вектор \vec{A} – векторный потенциал.

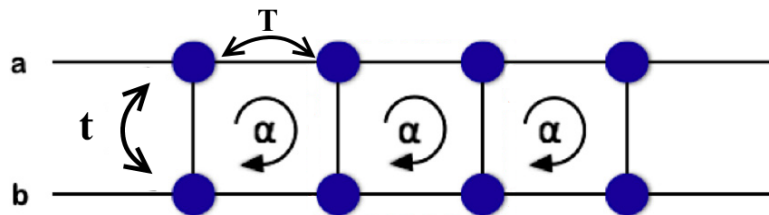


Рис. 2. Схематичное изображение лестничной структуры в присутствии магнитного поля.

При включении в систему магнитного поля спектральные характеристики изменяются. В частности, изменяется её дисперсия. На рис. 3 изображены теоретически рассчитанные дисперсионные кривые при различных значениях величины магнитного поля [4].

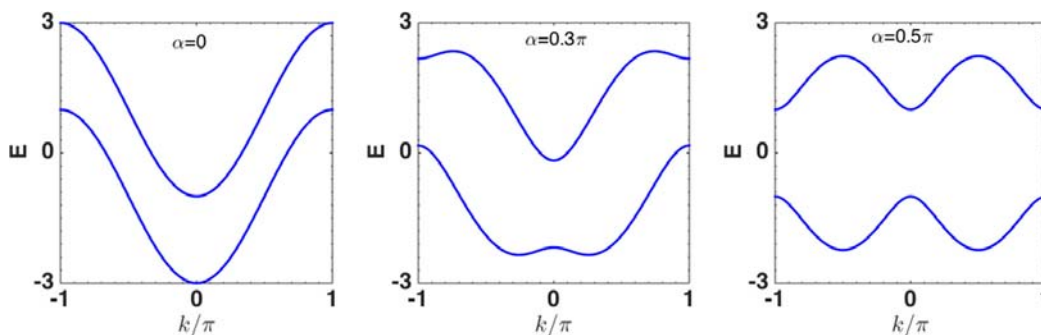


Рис. 3. Дисперсионные кривые, рассчитанные аналитически

Эти зависимости также были посчитаны численно для кластера размера 2×1 , что говорит о правильности выбранного метода (рис. 4).

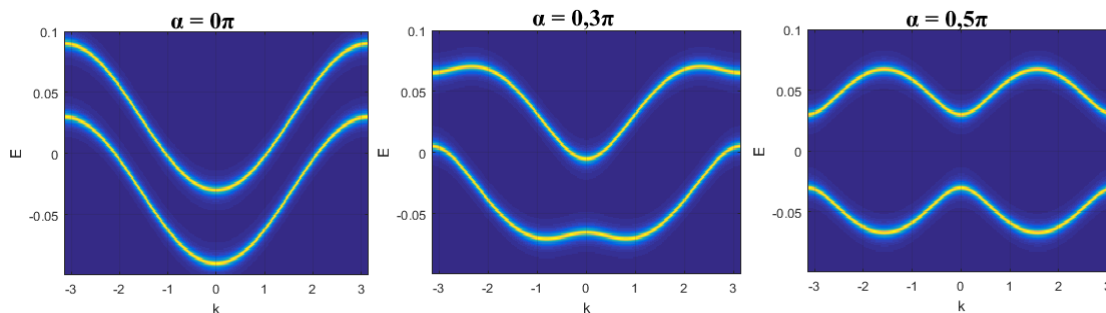


Рис. 4. Дисперсионные кривые, полученные нами

Для этого же кластера были получены фазовые диаграммы (в случае симметричного лестничного потенциала). На рис. 5 видно изменение системы при включении магнитного поля. Область слева, ограниченная точками, соответствует фазе изолятора Мотта (MI). Область справа от них соответствует сверхтекучему состоянию (SF).

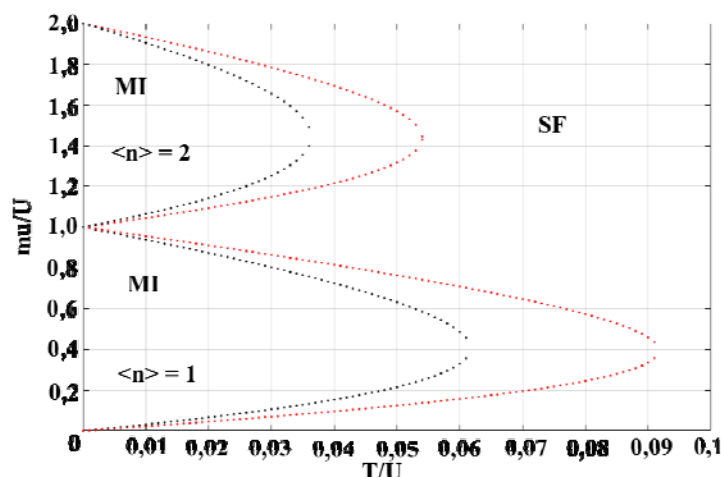


Рис. 5. Фазовые диаграммы. Чёрными точками обозначена кривая, полученная при отсутствии в системе внешнего магнитного поля. Красными – при его присутствии

Список литературы

1. Для чего нужны ультрахолодные атомы? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sib-science.info/ru/institutes/polyus-kholoda-v-sibiri-21042016>.
2. Ovchinnikov S. G. Hubbard operators in the theory of strongly correlated electrons. London: Imperial College Press, 2004. 241 p.
3. Хакен Х. Квантополевая теория твердого тела : учеб. пособие. М. : Наука, 1980. 344 с.
4. Sachdeva R., Singh M., Busch T. Extended Bose-Hubbard model for two-leg ladder systems in artificial magnetic fields // Physical Review A. 2017. Т. 95. № 6. P. 063601.

МОДЕЛЬ АККРЕЦИОННОГО ДИСКА «ПОЛЬСКИЙ ПОНЧИК» В ПОЛЕ ЗВЕЗДЫ С МАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ

И.В. Кичигин*

Научный руководитель С.Ф. Тегай
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Открытие класса нейтронных звезд, называемых магнетарами, берёт начало в 1979 г. С тех пор было обнаружено более 20 таких объектов [1]. Отличительной чертой магнетаров является аномально большое магнитное поле порядка 10^{15} Гс.

В общей теории относительности известно несколько точных решений, описывающих гравитационное поле звезды с магнитным полем. Одно из первых таких решений было найдено Гуцунаевым и Манько [2]. Метрика пространства в вытянутых эллипсоидальных координатах (prolate ellipsoidal coordinates) имеет вид

$$ds^2 = k^2 f^{-1} \left(e^{2\gamma} (x^2 - y^2) \left(\frac{dx^2}{x^2 - 1} + \frac{dy^2}{1 - y^2} \right) + (x^2 - 1)(1 - y^2) d\phi^2 \right) - f dt^2,$$

где

$$f = \frac{x - 1}{x + 1} \left(\frac{(x^2 - y^2 + \alpha_0^2(x^2 - 1))^2 + 4\alpha_0^2 x^2(1 - y^2)}{(x^2 - y^2 + \alpha_0^2(x - 1))^2 - 4\alpha_0^2 y^2(x^2 - 1)} \right)^2,$$

$$e^{2\gamma} = \frac{x^2 - 1}{x^2 - y^2} \frac{\left((x^2 - y^2 + \alpha_0^2(x^2 - 1))^2 + 4\alpha_0^2 x^2(1 - y^2) \right)^4}{(1 + \alpha_0^2)^8 (x^2 - y^2)^8},$$

α_0 и k – константы.

В нашей работе мы рассматриваем влияние магнитного поля звезды на вращающийся вокруг неё аккреционный диск. Для описания аккреционного диска выберем модель «польский пончик». Вещество в такой модели описывается тензором энергии-импульса идеальной жидкости

$$T_{\alpha\beta} = (\rho + p)u_\alpha u_\beta + p g_{\alpha\beta},$$

где ρ, p, u_α – это плотность, давление и 4-скорость вещества в диске соответственно.

Движение газа в диске описывается релятивистским уравнением Эйлера

* © Кичигин И.В., 2019

$$\frac{\partial_i p}{p + \varepsilon} = -\frac{1}{2} \frac{\partial_i g^{tt} - 2L\partial_i g^{t\phi} + L^2\partial_i g^{\phi\phi}}{g^{tt} - 2Lg^{t\phi} + L^2g^{\phi\phi}},$$

где L – удельный момент импульса диска.

Поверхности постоянного давления описываются уравнением [3]

$$\frac{\partial_x p}{\partial_y p} = -\frac{1}{2} \frac{\partial_x g^{tt} - 2L\partial_x g^{t\phi} + L^2\partial_x g^{\phi\phi}}{\partial_y g^{tt} - 2L\partial_y g^{t\phi} + L^2\partial_y g^{\phi\phi}} = -\frac{dy}{dx}. \quad (1)$$

Особые точки этого уравнения расположены в экваториальной плоскости $y = 0$ и определяются равенством

$$\frac{d}{dx} \left[-\frac{1}{f} + \frac{L^2}{k^2} \frac{f}{x^2 - 1} \right] = 0. \quad (2)$$

При значениях удельного момента импульса диска выше критического уравнение (2) имеет два корня x_1 и x_2 , зависимость которых от магнитного момента μ показана на рис. 1. Если значение удельного момента меньше критического, то у уравнения (2) нет положительных корней. Критическое значение удельного момента также зависит от μ , что показано на рис. 2.

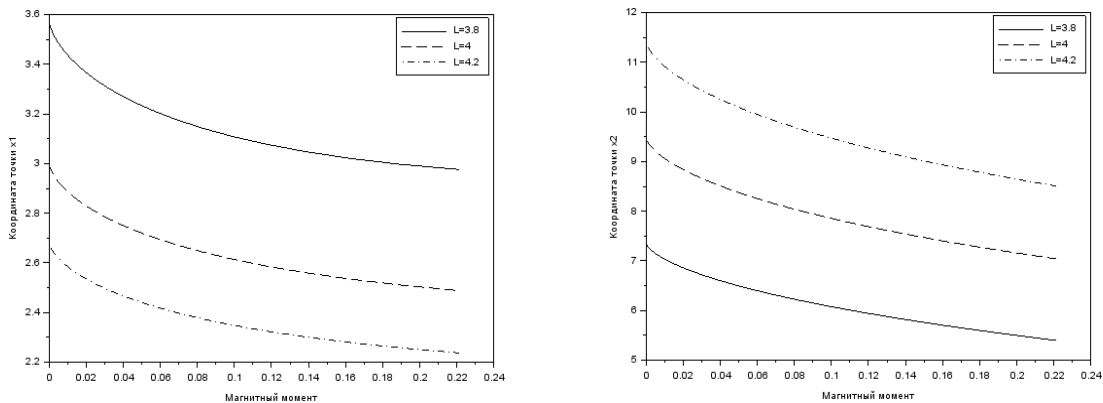


Рис. 1. Графики зависимости особых точек x_1 и x_2 от магнитного момента

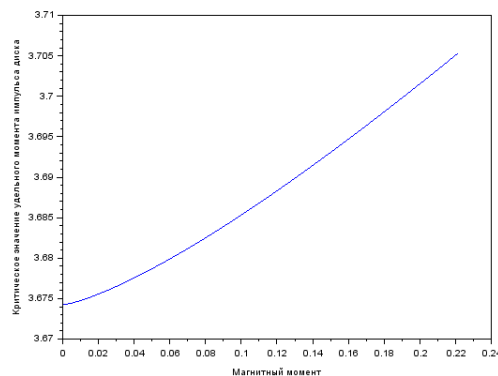


Рис. 2. График зависимости критического значения момента импульса от магнитного момента

Траектории уравнения (1) представляют собой поверхности постоянного давления аккреционного диска, то есть описывают распределение вещества в диске. На рис. 3 слева приведен фазовый портрет для $\alpha_0 = 0$, $L = 4$, а справа – для $\alpha_0 = 0.1$, $L = 4$.

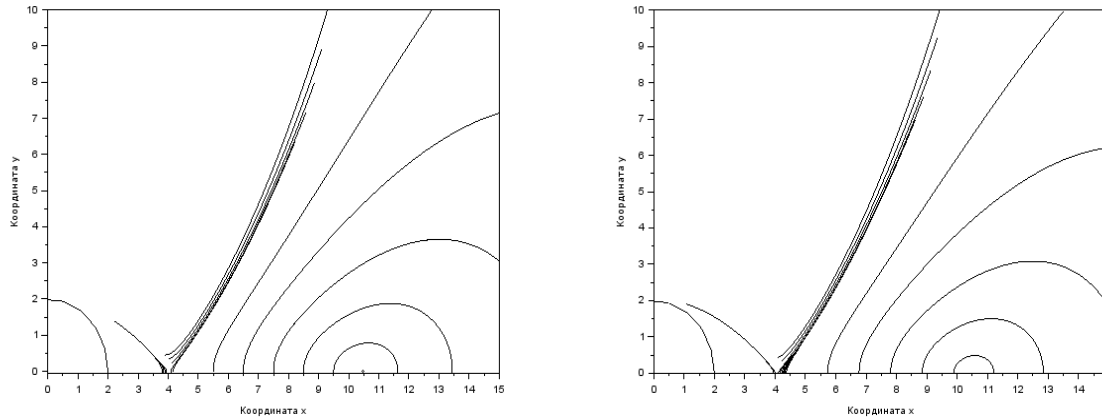


Рис. 3. Поверхности постоянного давления для чёрной дыры

Выводы

1. При увеличении магнитного момента особые точки сдвигаются ближе к центру звезды, что приводит к уменьшению размеров диска.
2. Критическое значение удельного момента импульса возрастает при увеличении магнитного момента.

Список литературы

1. Olausen S. A., Kaspi V. M. The McGill magnetar catalog // *ApJS*, 2014. 212:6.
2. Gutsunaev Ts. I., Manko V. S. On a Family of Solutions of the Einstein-Maxwell Equations // *General Relativity and Gravitation*. 1988. № 4. С. 2–8.
3. Jaroszynski M., Abramowicz M. A., Paczynski B. Supercritical Accretion Disks Around Black Holes // *Acta Astronomica*. 1980. № 1. С. 24–26.

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ГИПЕРТЕРМИЯ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ КЛЕТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОЧАСТИЦ ИЗ НОВЫХ ПЛАЗМОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Костюков*

Научный руководитель С.В. Карпов
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Биоконъюгаты плазмонных наночастиц с ДНК-аптамерами одни из наиболее важных и распространенных объектов исследования в биомедицине [1]. В данной работе исследуется тепловое воздействие двухслойных наночастиц, поглощающих лазерное излучение оптического и ближнего инфракрасного диапазона, на мембрану злокачественной клетки.

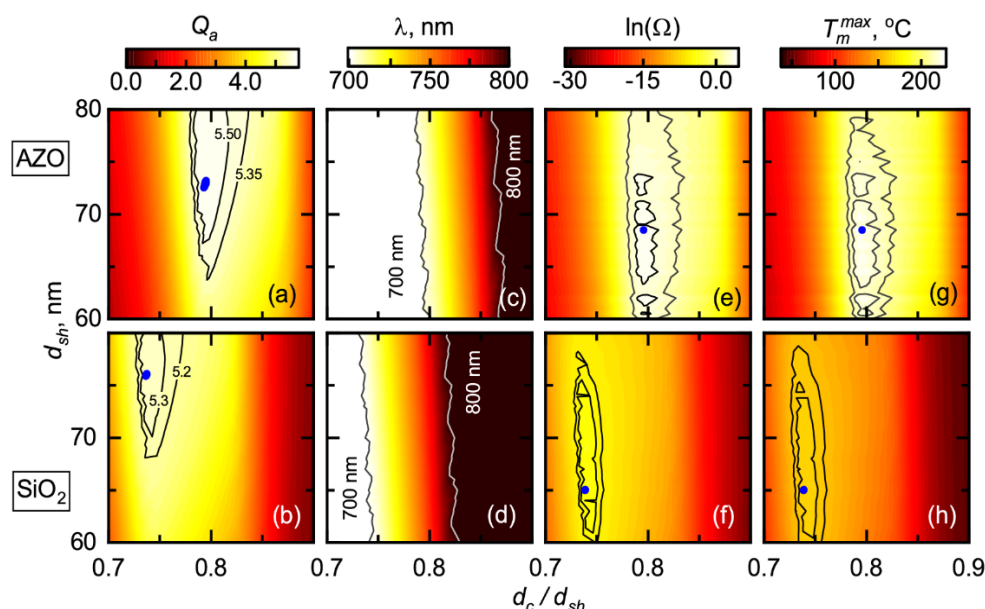


Рис. Эффективность поглощения Q_a (a), (b), расчетные длины волн λ (c), (d), повреждающий фактор $\ln(\Omega)$ (e), (f), максимальная температура мембраны T_m^{\max} (g), (h) для AZO/Au (сверху) и SiO₂/Au (снизу) двухслойных наночастиц в диапазоне $\lambda = 700 - 800$ нм при длительности импульса 70 пс. d_c и d_{sh} – диаметр ядра и полный диаметр частицы соответственно.

Целью данной работы является нахождение параметров наночастицы и лазерного излучения, при которых достигается наибольшее негативное тепловое воздействие на мембрану злокачественной клетки при отсутствии общего нагрева тканей. Для этого были проведены расчеты для частиц с разными размерами ядра и оболочки частицы (в диапазоне 40–80 нм), сравнительные расче-

* © Костюков А.С., 2019

ты с использованием новых плазмонных материалов, таких как AZO, GZO (оксид цинка, допированный алюминием, – галлием) [2], в сравнении с традиционным кварцем в качестве материалов ядра частицы. Кроме того, было исследовано влияние длительности и интенсивности лазерного излучения.

На рисунке приведены результаты расчетов основных величин в системе. Наибольший интерес представляет сравнение эффективности оптического поглощения частицы Q_a с повреждающим фактором Ω , который характеризует вероятность гибели клетки при тепловом воздействии [3].

Как можно увидеть из рисунка (а), (е) частица с наибольшим значением Ω немного меньше, чем частица с наибольшим поглощением Q_a . Нагрев мембраны для частицы с максимальным Ω также оказался выше (на 4,7 %).

Более значительный эффект можно обнаружить при сравнении частиц с разным материалом ядра. Несмотря на то, что поглощение для частиц AZO/Au и SiO₂/Au схоже (рис. (а), (б)), эффективность теплового воздействия кварцевой частицы (рис. (е), (ф)) значительно ниже. Причиной этого эффекта является низкая теплоемкость AZO.

Также в работе было отмечено, что при снижении длительности импульса до пикосекундных значений наблюдается концентрация тепловой энергии вблизи наночастицы (не более 15 нм от поверхности частицы) и практически полное отсутствие нагрева за пределами этой области.

Список литературы

1. Khlebtsov N. G. Optics and biophotonics of nanoparticles with a plasmon resonance // *Quantum Electronics*. 2008. 5. Vol. 38, no. 6. P. 504–529.
2. Oxides and nitrides as alternative plasmonic materials in the optical range [Invited] / Gururaj V Naik, Jongbum Kim, Alexandra Boltasseva // *Optical Materials Express*. 2011. 10. Vol. 1, no. 6. P. 1090.
3. Biophysical Mechanisms of Cell Membrane Damage in Electrical Shock / Raphael Lee, John Aarsvold, Wei Chen et al. // *Seminars in Neurology*. 1995. 12. Vol. 15, no. 04. P. 367–374.

АНАЛИЗ МЕТОДА ТЕОРЕТИКО-ГРУППОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНЫХ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ХАНТИТАХ НА ПРИМЕРЕ $GdAl_3(VO_3)_4$

С.О. Кузнецов*

Научный руководитель М.С. Молокеев
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время уделяется большое внимание исследованиям кристаллов мультиферроиков. Данными свойствами обладают соединения с общей формулой $RM_3(BO_3)_4$ [1], где R – редкоземельный элемент (Y, La, Gd – Lu), M – Al, Ga, Cr, Mn, Fe, которые называется хантиты. Сложные ортобораты редкоземельных металлов привлекают внимание многих учёных [2], так как в соединениях класса хантитов до сих пор находят новые фазовые переходы, однако подробно они мало изучены. В зависимости от состава, метода получения и внешних воздействий соединения могут иметь тригональную (пр. гр. $R32$, $P321$, $P3_121$) либо моноклинную (пр. гр. $C2/c$, Cc , $C2$) симметрию, кристаллизоваться и в centrosymmetric структурах (пр. гр. $C2/c$), и в структурах с отсутствием центра симметрии. Для данной кристаллической структуры характерен целый ряд политипных модификаций, наиболее распространенными из которых являются модификации с пространственными группами $R32$ (D_3^7 , $Z = 3$) [1, 3, 4] и $C2/c$ (C_{2h}^6 , $Z = 4$) [5–7].

Тип кристаллической структуры зависит от химического состава и условий кристаллизации. В каждой структуре выделяют три типа координационных полиэдров: тригональные призмы RO_6 , октаэдры MO_6 и полиэдры BO_3 в форме треугольников (рис. 1).

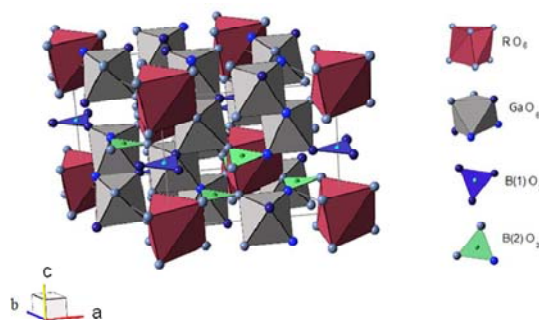


Рис. 1. Кристаллическая структура $RGa_3(VO_3)_4$ с пр. гр. $R32$ (D_3^7 , $Z = 3$)

В структурах можно выделить два типа слоев L_{2n} и L_{2n+1} , повторяющихся в обеих модификациях (рис. 2). Первый слой (L_{2n}) образуют пары октаэдров MO_6 ,

* © Кузнецов С.О., 2019

соединённых по ребрам и далее в слой изолированными VO_3 -треугольниками. Второй слой (L_{2n+1}) состоит из тригональных призм RO_6 и октаэдров MO_6 , соединённых в колонны по вершинам и далее в слой также изолированными VO_3 треугольниками. В ромбоэдрическом политипе (пр.гр. $R32$) слои L_{2n+1} , содержащие призмы RO_6 , переходят друг в друга путем поворота на 180° (ось второго порядка) вокруг слоев L_{2n} . В моноклинном политипе (пр.гр. $C2/c$) слои L_{2n+1} связаны центром инверсии.

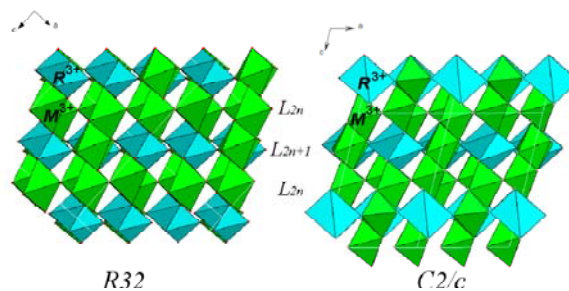


Рис. 2. Схематическая структура $\text{RM}_3(\text{BO}_3)_4$: а) с пр. гр. $R32(D_3^7)$; б) с пр. гр. $C2/c(C_{2h}^6) 2h$

Помимо описанных выше модификаций, известны также структуры с пространственными группами $P3_121$ ($Z = 3, D_3^4$) для ферроборатов [8], среди которых недавно был обнаружен новый фазовый переход $R32 - P321$ в соединении $\text{NdSc}_3(\text{BO}_3)_4$ [9], и $C2$ (D_2^3) для $\text{GdAl}_3(\text{BO}_3)_4$ [7] и $\text{EuAl}_3(\text{BO}_3)_4$ [10]. Описание этих и других теоретически возможных более низкосимметричных политипов можно найти в [11]. Степень разупорядочения и сложность политипных структур растут по мере увеличения температуры кристаллизации, что согласуется с основными принципами политипизма.

Нельзя исключать вероятность того, что существуют и другие фазовые переходы в новые пространственные группы. Для проведения теоретико-группового анализа наиболее удобно пользоваться программой ISODOSTORT, поскольку она не только предсказывает всевозможные пространственные группы искаженных фаз и связанные с ними смещения атомов или групп атомов, а также визуализирует это. Для этого в программу ISODOSTORT достаточно лишь загрузить структурный cif-файл с полной информацией о структуре вплоть до координат атомов о самой высокосимметричной фазе данного соединения. Далее программа позволяет пользователю выбрать несколько способов искажения симметрии исходной структуры. Например, можно выбрать точку зоны Бриллюэна (к-вектор), с которой связана нестабильность структуры и фазовый переход, сгенерировать полный список возможных неприводимых представлений и выбрать один из них. Для каждого неприводимого представления будет сгенерирован список возможных пространственных групп с понижением симметрии относительно исходной фазы. Выбор конкретной пространственной группы позволит получить координаты всех атомов в независимой части ячейки уже в искаженной ячейке. Естественно атомы не будут смещены из своих исходных позиций относительно высокосимметричной фазы, но их позволено

смещать вручную, чтобы понять, какие появились степени свободы у атомов или групп атомов при понижении симметрии. Это позволяет понять, с каким вращением или смещением групп атомов связан фазовый переход.

Предположим, что фазовый переход в другую пространственную группу хантитоподобного соединения даёт не только поворот треугольника BO_3 , но ещё и смещение, а это, в свою очередь, нарушает закрученные цепочки октаэдров катионов M [12], которые влияют на координацию центрального атома (Ho, Gd, Nd и т.п.), являющегося магнитным ионом, следовательно, могут меняться некоторые свойства вещества.

Естественно, не все возможные смещения атомов приводят к разумной физической модели. Так, смещение атомов в борном треугольнике может существенно увеличить или укоротить длину связи, что просто нефизично, поскольку ковалентная связь В-О имеет вполне определенную длину и не может изменяться в широких пределах. Программа ISODOSTORT позволяет реализовать всевозможные варианты смещений, но не делает анализа логичности таких действий. Пока лишь человек в состоянии видеть картину в целом, быстро разобратся в ложных решениях, увидеть в смещении нескольких атомов не просто их отдельное движение, а поворот какого-то глобального объекта, например, полиэдра. Понимание всех мельчайших нюансов является важным фактором для дальнейшего исследования. Анализ закономерностей смещений атомов помогает понять механизм фазовых переходов, выделить наиболее важные компоненты, что дает возможность в будущем «управлять» фазовыми переходами, следовательно, и свойствами веществ.

В качестве примера было выбрано соединение $GdAl_3(BO_3)_4$ (таблица), структура которого находится в свободном доступе [13] в базе COD (Crystallography Open Database).

Таблица

Основные параметры соединения $GdAl_3(BO_3)_4$

Симметрия/пр. гр.	(a, b, c) (Å)	α, β, γ (°)	V(Å ³)
Тригональная R32	(9,3014, 9,3014, 7,2571)	(90, 90, 120)	543, 739

Далее был использован один из методов программы ISODISTORT, в котором можно выбрать центрировку ячейки и сингонию искаженной фазы. А именно, для исходной фазы $R32$, была выбрана центрировка «P», и тригональная сингония с точечной симметрией «32». В результате получен полный список возможных тригональных искаженных фаз для данного кристалла: $P321$, $P3_121$ ($P3_221$). Выбор каждой конкретной группы позволяет получить более детальную информацию, такую как координаты атомов в искаженной структуре, критические неприводимые представления, которые управляют фазовым переходом и искажают симметрию, и некритические представления, которые не искажают симметрию кристалла. Например, для подгруппы $P321$ установлено что критическим неприводимым представлением является $LD1(a,0)$, а для фазового

перехода $R32-P3_121$ он связан с иным неприводимым представлением – $LD3(a,0)$.

Затем, скачав внутренний *jnlp*-файл из ISODISTORT, можно осуществить наблюдение за смещением атомов и провести подробный анализ действий. Стоит понимать, что в данном многообразии смещений атомов играют роль только те, что ответственны именно за неприводимое представление $LD1$. В итоге получаем, что при фазовом переходе $R32-P321$ возможен поворот борного треугольника $B(1)O_3$ вокруг оси c , но не реализуем поворот $B(2)O_3$. В случае с $R32-P3_121$ противоположная картина: вклад в смещение вносят параметры порядка неприводимого представления $LD3$, отвечающие только за второй борный треугольник $B(2)O_3$.

Понимание всех механизмов, описанных ранее, поможет в итоге теоретически получить всевозможные допустимые смещения атомов, которые приводят к фазовому переходу в разнообразных соединениях семейства хантита. Систематизация полученных знаний приведёт к упрощению обработки реального эксперимента, так как, зная фазовый переход с точностью, можно будет уточнить, с какими смещениями групп атомов он связан.

Список литературы

1. Mills A. D. Crystallographic Data for New Rare Earth Borate Compounds, $RX_3(BO_3)_4$ // *Inorganic Chemistry*. 1962. Vol. 1. № 4. P. 960–961.
2. Бегунов А. И., Волков Д. В., Демидов А. А. Магнитострикция и тепловое расширение $HoAl_3(BO_3)_4$ // *Физика твердого тела*. 2014. Т. 56. № 3. С. 498–503.
3. Joubert J.-C., White W. B., Roy R. Synthesis and crystallographic data of some rare earth-iron borates // *Journal of Applied Crystallography*. 1968. Vol. 1. № 5. P. 318–319.
4. Belokoneva E. L., Al'shinskaya L. I., Simonov A. M., Leonyuk N. I., Timchenko T. I., Belov N. V. Crystal structure of $(Nd,Bi)Fe_3(BO_3)_4$ // *Journal of Structural Chemistry*. 1979. Т. 20. № 3. P. 461–463.
5. Leonyuk N. I., Leonyuk L. I. Growth and characterization of $RM_3(BO_3)_4$ crystals // *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*. 1995. Vol. 31. № 3-4. P. 179–278.
6. Belokoneva E. L., Simonov M.A., Pashkova A.V., Timchenko T.I., Belov N.V. Crystal structure of high-temperature monoclinic modification of Nd,Al -borate, $NdAl_3(BO_3)_4$ // *Doklady Akademii nauk SSSR*. 1980. Vol. 255. № 4. P. 854–858.
7. Belokoneva E. L., Pashkova A. V., Timchenko T. I., Belov N. V. Crystal structure of a new monoclinic modification of high-temperature $TR-Al$ -borate, $GdAl_3(BO_3)_4$ // *Doklady Akademii nauk SSSR*. 1981. Vol. 261. № 2. P. 361–365.
8. Klimin S. A., Fausti D., Meetsma A., Bezmaternykh L. N., van Loosdrecht P. H. M., Palstra T. T. M. Evidence for differentiation in the iron-helicoidal chain in $GdFe_3(BO_3)_4$ // *Acta Crystallographica Section B*. 2005. Vol. 61. № 5. P. 481–485.

9. Kuz'micheva G. M. et al. Structural Instability in Single-Crystal Rare-Earth Scandium Borates $\text{RESc}_3(\text{BO}_3)_4$ // *Crystal Growth & Design*. 2018. Т. 18. №. 3. P. 1571–1580.
10. Plachinda P. A., Belokoneva E. L. High temperature synthesis and crystal structure of new representatives of the huntite family // *Crystal Research and Technology*. 2008. Vol. 43. № 2. P. 157–165.
11. Белоконева Е. Л. Порядок-беспорядок и политипия в структурах минералов : учеб. пособие под ред. В. С. Урусова. М., 2005.
12. Fausti D., Nugroho A. A., Loosdrecht P. H. M. [et al.] // *Phys. Rev. B*. 2006. 74. P. 1.
13. Kuroda R., Mason S. F., Rosini C. Crystal structure and single-crystal spectra of $\text{Gd}(\text{Eu})\text{Al}_3(\text{BO}_3)_4$. Anisotropic ligand polarization contributions to the $f-f$ transition probabilities in $\text{Eu}(\text{III})$ // *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 2: Molecular and Chemical Physics*. 1981. Т. 77. №. 11. P. 2125–2140.

**СТРУКТУРА КАПЕЛЬ ХИРАЛЬНОГО НЕМАТИКА
С ГОМЕОТРОПНЫМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ*****П.И. Махрова^{1†}**Научный руководитель М.Н. Крахалев²

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

¹*Сибирский федеральный университет*²*Институт физики им. Л.В. Киренского**ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»*

Жидкие кристаллы (ЖК) представляют собой анизотропные жидкости. Анизотропия свойств обусловлена наличием ориентационного порядка молекул ЖК [1], описываемых директором \mathbf{n} – единичным вектором, направленным вдоль преимущественной ориентации длинных осей молекул жидкого кристалла. Нематическим ЖК свойственно формирование однородной ориентацией директора. Холестерические жидкие кристаллы (ХЖК) – закрученные нематика, у которых директор в свободном состоянии образует в пространстве спиральную (геликоидальную) структуру [1]. Формирующаяся ориентационная структура зависит от материальных параметров ЖК (константы упругости), соотношения шага спирали холестерика p_0 (расстояние, на котором директор \mathbf{n} поворачивается на 2π) и особенностей взаимодействия молекул ЖК с ограничивающей поверхностью (граничные условия) [2].

Особенный интерес представляют капли ХЖК, диспергированные в изотропной матрице. В этом случае при помещении ХЖК в замкнутую полость формируется ориентационная структура с одним или более топологическим дефектом. Например, в случае тангенциальных граничных условий (директор ориентирован параллельно границе капли), в зависимости от соотношения диаметра капли d и шага спирали p_0 может сформироваться закрученная биполярная конфигурация с двумя поверхностными точечными дефектами ($d/p_0 < 1$), структура с радиальной χ^{+2} или диаметральной χ^{+1} дислокацией ($d/p_0 \gg 1$) или переходная деформированная биполярная конфигурация в случае промежуточных значений d/p_0 [2]. Для гомеотропных граничных условий (директор ориентирован перпендикулярно границе раздела капли) директор холестерика формирует геликоидальную структуру, которая в объеме вступает в противоречие с необходимостью сохранять гомеотропную ориентацию на границе капли. В результате в каплях формируются различные конфигурации с одним или несколькими точечными дефектами в объеме или линейным дефектом на поверхности [3, 4].

Нами проведены исследования ориентационных структур капель холестерика, диспергированного в полимерную матрицу, задающую гомеотропные

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, Красноярского краевого фонда науки, правительства Красноярского края (проект №18-42-243006).

† © Махрова П.И., 2019

граничные условия для холестерика. Исследования проводились для ХЖК на основе нематической смеси MLC-6080 (Merck), с хиральной добавкой холестерилацетат (Sigma), в концентрации 4,12 %, что соответствует равновесному шагу спирали $p_0 = 5,1$ мкм. В качестве полимерной матрицы использовался полимер полиизобутил метакрилат (ПиБМА) (Sigma). Данный полимер задаёт гомеотропные граничные условия для нематика MLC-6080. При этом в каплях наблюдаются радиальная и аксиальная ориентационные структуры (рис. 1), которые характерны для гомеотропных граничных условий [2]. Формирование аксиальной конфигурации в каплях зависит от величины энергии сцепления W_0 ЖК и полимера, при этом максимальный радиус капель R_{max} , в которых возможно формирование аксиальной конфигурации (минимальный радиус капель с радиальной конфигурацией), определяется соотношением [5]:

$$W_0 = [18,2(K_{11}+K_{22})]/(2R_{max}), \quad (1)$$

где K_{11} , K_{33} – константы упругости поперечного и продольного изгиба ЖК соответственно.

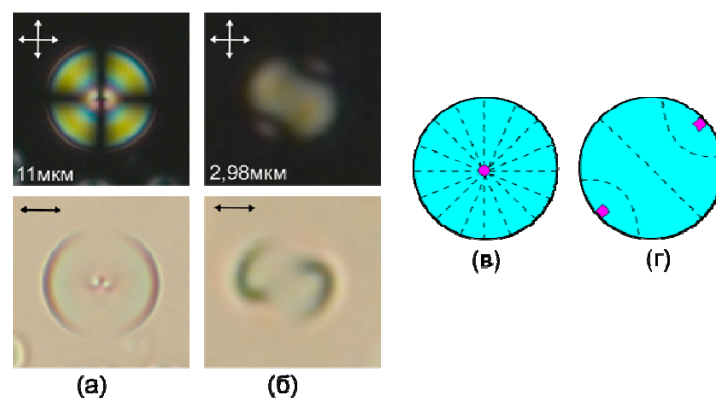


Рис. 1. Фотографии каплей нематика MLC-6080, сделанные в геометрии скрещенных поляризаторов (верхний ряд) и с выключенным анализатором (нижний ряд). Радиальная (а) и аксиальная структуры (б). Схема радиальной (в) и аксиальной (г) конфигурации поля директора в центральном сечении капли. Кружком обозначен точечный дефект в объеме, прямоугольниками – сечение кольцевого поверхностного дефекта. Здесь и далее направления поляризаторов обозначены двойными стрелками, диаметр каплей указаны в нижнем левом углу

Из уравнения (1) можно определить энергию сцепления нематика с полимерной матрицей, измерив максимальный радиус каплей с аксиальной конфигурацией и минимальный радиус каплей с радиальной структурой. Для аксиальной структуры измеренное значение максимального радиуса составило $R_a = 1,50$ мкм, для радиальной $R_r = 1,65$ мкм, значение которые использовались при расчете энергии сцепления находилось как $R_{max} = (R_a + R_r)/2 = 1,57$ мкм. Для нематика MLC-6080 константы упругости брались равными $K_{11} = 14,4$ пН, $K_{33} = 19,1$ пН [6]. Рассчитанное значение $W_0 = 1,94 \cdot 10^{-4}$ Дж/м², что говорит о промежуточном значении энергии поверхностного сцепления [1].

На рис. 2 показаны капли холестерика с различными ориентационными структурами. В диапазоне размеров от 4 до 6,6 мкм наблюдается закрученная радиальная структура [3] с точечным дефектом (рис. 2, а). Капли в диапазоне от 4,9 до 12,9 мкм имеют закрученную тороидальную конфигурацию [7] (рис. 2, б, в), характеризующуюся наличием поверхностного кольцевого дефекта, расположенного в центральном сечении капли. Слоистые структуры наблюдаются в диапазоне с 6 мкм и более. Слои в таких структурах могут быть практически прямыми в каплях меньшего размера (рис. 2, г) и немного изогнутыми вблизи границы в каплях большего размера (рис. 2, д). Формирование структуры с точечным дефектом и закрученной тороидальной конфигурации характерно для капель с гомеотропным сцеплением [3, 7], при этом в таких системах наблюдались слоистые структуры с биполярным распределением оси геликоида [8], в которых имеется значительная деформация холестерических слоев. В нашей системе слоистые структуры оказались менее деформированными, что можно объяснить меньшим значением энергии сцепления ЖК и полимера.

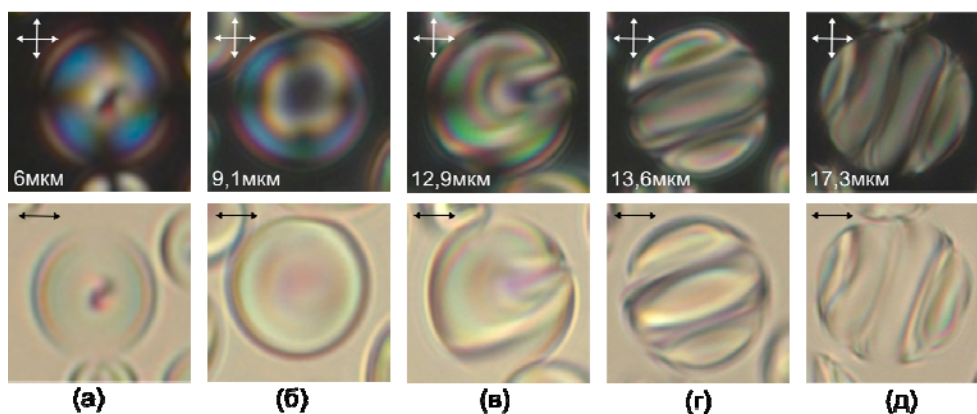


Рис. 2. Фотографии капель холестерика, сделанные в геометрии скрещенных поляризаторов (верхний ряд) и с выключенным анализатором (нижний ряд). Капля с закрученной радиальной структурой (а), закрученной тороидальной конфигурацией (б), (в) и слоистой структурой (г), (д)

Таким образом, нами проведены исследования капель нематика MLC-6080 и холестерика на его основе, диспергированного в полимер ПиБМА. Полимер задает гомеотропные граничные условия для ЖК со средним значением энергии сцепления $W_0 = 1,94 \cdot 10^{-4}$ Дж/м². В каплях холестерика формируются закрученная радиальная и закрученная тороидальная конфигурации, характерные для гомеотропного сцепления. Слоистые структуры наблюдаются в каплях относительно небольшого размера, при этом холестерические слои оказываются слабо деформированными.

Список литературы

1. Блинов Л. М. Жидкие кристаллы: структура и свойства. М. : ЛИБРОКОМ, 2013. 480 с.

2. Drzaic P. S. *Liquid Crystal Dispersion*. World Scientific, Singapore, 1995. 429 p.
3. Posnjak G., Copar S., Musevic I. Hidden topological constellations and polyvalent charges in chiral nematic droplets // *Nature Communications*. 2017. Vol. 8. P. 14594.
4. Orlova T., Ahoff S. J., Yamaguchi T. [et al.] Creation and manipulation of topological states in chiral nematic microspheres // *Nature Communications*. 2015. Vol. 6. P. 7603.
5. Erdmann J. H., Žumer S., Doane J. W. Configuration Transition in a Nematic Liquid Crystal Confined to a Small Spherical Cavity // *Physical Review Letters*. 1989. Vol. 64 (16). P. 1907–1910.
6. Anderson J. E., Watson P., Ernst T., Bos P. J. Computer simulation evidence of the transient planar state during the homeotropic to focal conic transition in cholesteric liquid crystals // *Physical Review E*. 2000. V. 61(4). P. 3951–3960.
7. Крахалев М. Н., Рудяк В. Ю., Гардымова А. П. [и др.] Тороидальная конфигурация холестерика в каплях с гомеотропным сцеплением // *Письма в ЖЭТФ*. 2019. Т. № 7. С. 487–491.
8. Krakhalev M. N., Gardymova A. P., Prishchepa O. O. [et al.] Bipolar configuration with twisted loop defect in chiral nematic droplets under homeotropic surface anchoring // *Scientific reports*. 2017. Vol. 7. P. 14582.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ИОНОВ ЧЕРЕЗ ПРОВОДЯЩУЮ МЕМБРАНУ*

М.В. Меркулов¹, А.С. Вяткин^{1,2†}

Научный руководитель И.И. Рыжков²

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник

¹Сибирский федеральный университет

²Институт вычислительного моделирования СО РАН

Мембрана представляет собой пористую перегородку, разделяющую две фазы и обеспечивающую селективный перенос компонентов этих фаз под действием движущей силы (градиента концентрации, электрического потенциала или давления). Если поверхность пор мембраны является заряженной, и размер пор соотносится с длиной Дебая (несколько нанометров), то такая мембрана способна осуществлять селективный перенос ионов и называется ионно-селективной.

Способность мембраны осуществлять селективный перенос ионов исследуется посредством измерения мембранного потенциала, представляющего собой разность потенциалов между двумя резервуарами с различными концентрациями раствора соли C_L и C_R , разделенными мембраной. Разность потенциалов возникает за счет скачков потенциала на границах мембрана/раствор за счет повышения концентрации противоионов внутри поры [1]. На рис. 1 показаны качественные зависимости концентрации ионов и потенциала внутри положительно заряженной поры.

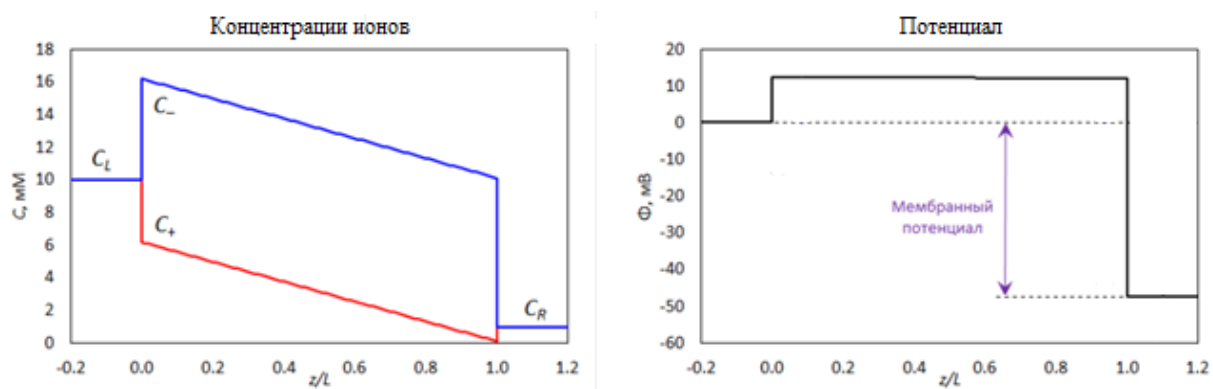


Рис. 1. Зависимость концентрации ионов
и потенциала внутри положительно заряженной поры

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта «Математическое моделирование процессов синтеза проводящих нанопористых мембран и их транспортных свойств по отношению к ионам» № 18-48-24201.

† © Меркулов М.В., Вяткин А.С., 2019

Цель работы заключается в построении одномерной математической модели, описывающей транспорт ионов через проводящую мембрану, и исследовании ее применимости для расчета параметров существующих мембран.

Математическое моделирование мембранного потенциала осуществляется на основе уравнений Навье – Стокса, Нернста – Планка и Пуассона. Рассматривается цилиндрическая пора радиуса R и длины L . Одномерную модель можно использовать в случае, когда изменениями потенциала, концентрации ионов и давления в радиальном направлении можно пренебречь. Это условие выполнено, если радиус поры $R < \lambda$, где λ – длина Дебая. После перехода к безразмерным переменным одномерная модель сводится к краевой задаче для системы обыкновенных дифференциальных уравнений [2], при этом независимой переменной является расстояние в продольном направлении поры.

На рис. 2 показано сравнение зависимости мембранного потенциала в водном растворе KCl от радиуса поры для двумерной (2D) и одномерной (1D) моделей. Видно, что в области малых радиусов пор результаты совпадают, однако с увеличением радиуса одномерная модель дает завышенные значения мембранного потенциала. Этот эффект связан с менее плотным перекрытием двойных электрических слоев и может быть описан только в рамках двумерной модели.

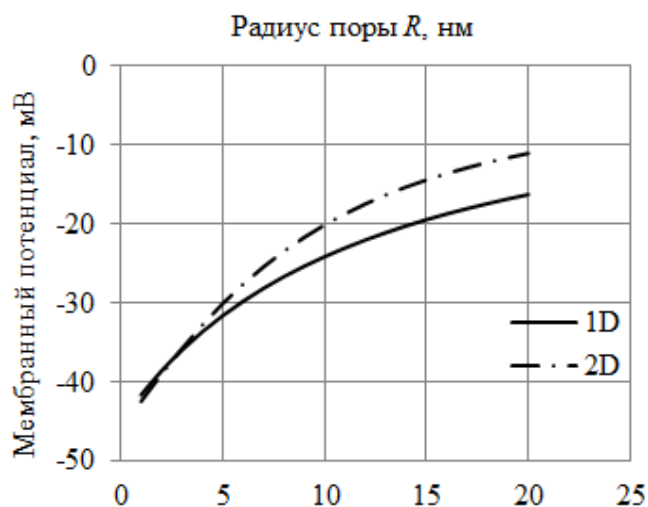


Рис. 2. Зависимость мембранного потенциала от радиуса поры в водном растворе KCl. $C_L = 10$ mM, $C_R = 1$ mM, $L = 1000$ нм.

Для сравнения модели с экспериментом рассмотрим исследуемую в [3] высокопористую мембрану, состоящую из нановолокон оксида алюминия (Нафен). Измерения мембранного потенциала проводились в водном растворе KCl с концентрациями $C_L = 10$ mM, $C_R = 1$ mM. Толщина мембраны $L = 400$ мкм. На рис. 3 представлены результаты эксперимента (точки) и одномерная математическая модель с подогнанным «эффективным» радиусом пор $R = 12.9$ нм, при относительной диэлектрической проницаемости около стенок поры $\epsilon_r = 1$.

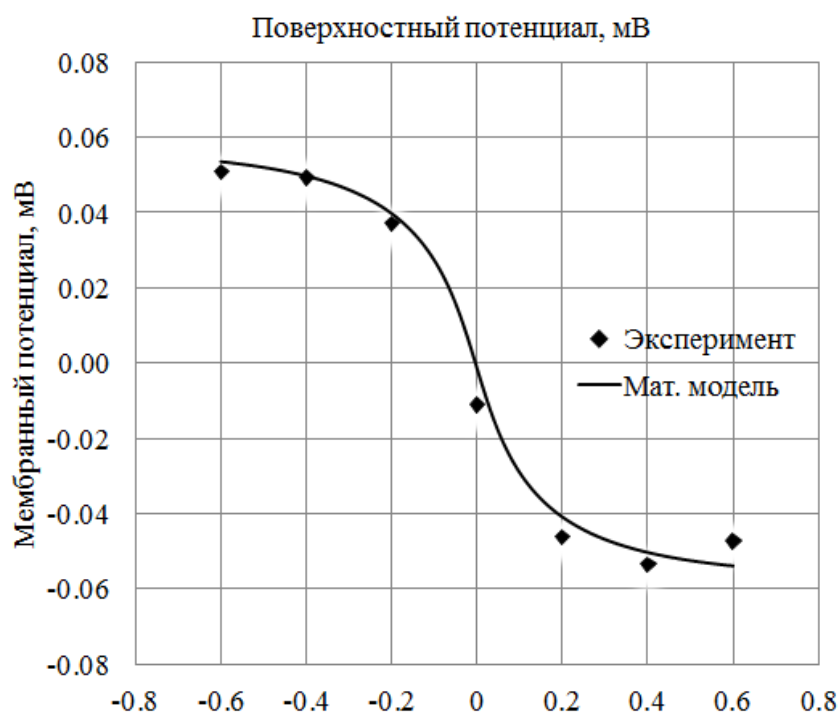


Рис. 3. Зависимость мембранного потенциала от поверхностного потенциала в водном растворе KCl в результате эксперимента (точки) и моделирования (линия). $C_L = 10$ мМ, $C_R = 1$ мМ, $L = 400$ мкм. Подобранный радиус поры для математической модели $R = 12.9$ нм.

Таким образом, в работе предложен метод решения одномерной задачи транспорта ионов через заряженную мембрану и показано, что значения мембранного потенциала, получаемые при использовании одномерной модели, соотносятся как с данными двумерной модели, так и с экспериментом.

Список литературы

1. Galama A. H., Post J. W., Hamelers H. V. M., Nikonenko V. V., Biesheuvel P. M. On the origin of the membrane potential arising across densely charged ion exchange membranes: how well does the Teorell-Meyer-Sievers theory work? // J. Membr. Sci. Res. 2016. № 2. P. 128–140.
2. Peters P. B., van Roij R., Bazant M. Z., Biesheuvel P. M. Analysis of electrolyte transport through charged nanopores. // Phys. Rev. 2016. № 93. P. 53–108.
3. Lebedev D. V., Solodovnichenko V. S., Simunin M. M., Ryzhkov I. I. The influence of electric field on the ion transport on nanoporous membranes with conductive surface // Petroleum Chemistry. 2018. V. 58. Issue 6. P. 474–481.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЕ МИКРОРАЙОНОВ ВЕТРОВЫМИ ПОТОКАМИ

В.Д. Мешкова, С.А. Филимонов*

Научный руководитель А.А. Дектерев
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Аэрация жилой застройки заключается во взаимодействии движущегося потока воздуха и неподвижных преград, которые выступают в виде зданий, элементов благоустройства и т. д.

Застройка воздействует на воздушный поток, деформирует его направление и изменяет скорость. В некоторых случаях застройка сама является причиной возникновения воздушных потоков. Ветровые потоки оказывают определенное воздействие на здания, формируя микроклимат застроенной территории, в значительной мере определяя среду жизнедеятельности человека. Взаимодействие ветра на застройку или влияние жилой застройки на ветровой режим обусловлены взаимосвязанностью процесса [1].

Ветер, встречая на своем пути преграды в виде зданий, оказывает на них давление. Это давление тем больше, чем выше скорость ветра. Если здание расположено на территории, свободной от застройки, то на одной стороне здания возникает повышенное давление – ветровой подпор, а с противоположной стороны здания – пониженное давление – отсос.

Если же здание находится в системе застройки, то картина значительно усложняется, и без специальных исследований невозможно заранее сказать, при каком направлении ветра те или иные стены здания будут испытывать ветровой подпор или отсос и какие по величине будут эти воздействия.

Стоит отметить, что практически редко приходится иметь дело с отдельно стоящими (вне городской застройки) зданиями, и весьма важно знать, какое воздействие оказывает застройка на ветре.

Здания изменяют направление движения ветра, изменяют его скорость. На здания, на застройку оказывает воздействие собственно измененный поток. Поэтому так важно знать, какие изменения претерпевает ветер в условиях застройки. Для возможности управлять процессами аэрации жилой застройки необходимо научиться определять скорости и направления ветра в пространстве между и над застройкой [2].

Целью настоящей работы является исследование обтекания микрорайонов г. Красноярска (Тихие Зори и Белые Росы) ветровыми потоками (рис. 1). Выполнен аэродинамический расчет обтекания данных районов. Свойства среды заданы для воздуха при нормальных условиях (20 °С): плотность $\rho=1,205\text{кгм}^3$, динамическая вязкость $\mu=1,5\cdot 10^{-5}\text{Па}\cdot\text{с}$; шаг по времени $\Delta t=1\text{с}$. Течение возду-

* © Мешкова В.Д., Филимонов С.А., 2019

ха рассматривается в изотермическом приближении, воздух принимается однокомпонентным и несжимаемым.

Для моделирования используется программный комплекс SigmaFlow. SigmaFlow это некоммерческий универсальный CFD программный комплекс, который более 15 лет развивается совместно Институтом теплофизики им. С.С. Кутателадзе и Сибирским федеральным университетом [3–5].

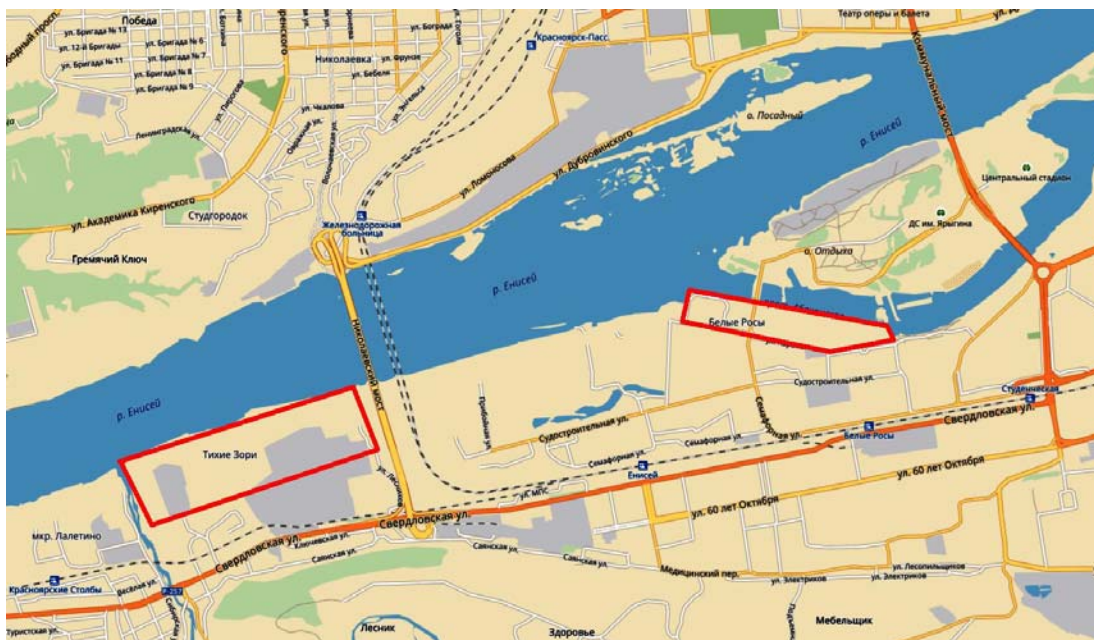


Рис. 1. Расположение моделируемых районов

Согласно розе ветров для г. Красноярск преобладающее направление ветра является юго-западное; среднегодовая скорость ветра составляет 2,5 м/с. Результаты расчета представлены в виде картин поля скорости, в горизонтальном сечении (рис. 2).

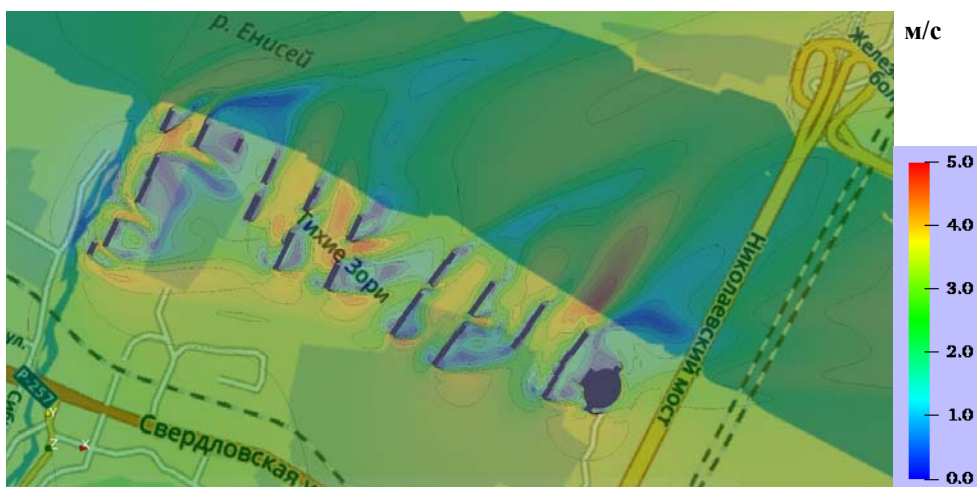


Рис. 2. Поле скорости в горизонтальном сечении на высоте 2 м (микрорайон г. Красноярск Тихие Зори)

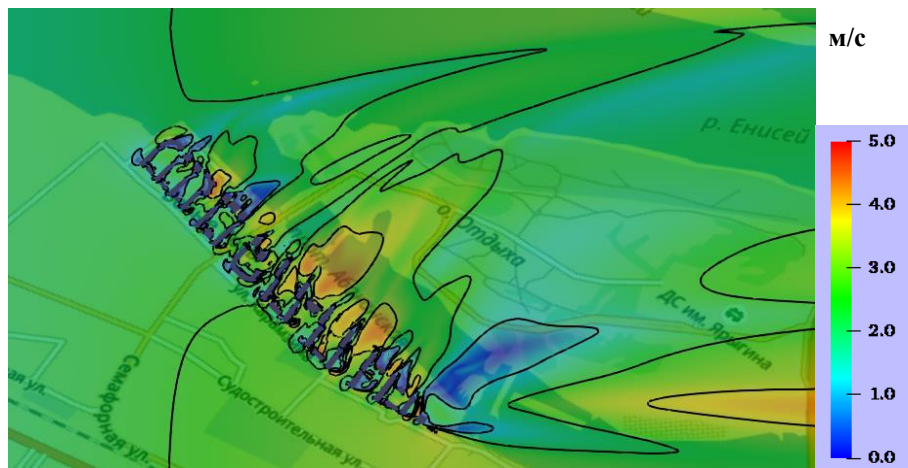


Рис. 3. Поле скорости в горизонтальном сечении на высоте 2 м (микрорайон г. Красноярска Белые Росы)

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что при обтекании микрорайона Тихие зори первый ряд зданий представляет собой практически единое слабопроницаемое потоком препятствие, за которым формируется застойная зона. В областях, где происходит протекание потока, формируются крупномасштабные пространственные вихревые структуры (рис. 2). Что касается микрорайона Белые Росы, то при заданном направлении ветра можно наблюдать, что застройка проявляет себя как легко проницаемая пористая среда; образуются вдоль зданий застойные зоны, а за застройкой ближе к р. Енисей наблюдается повышение скоростей (рис. 3).

Таким образом, применение математического моделирования микрорайонов позволяет выявлять застойные зоны и зоны дискомфорта для жителей и, соответственно, принимать обоснованные решения по управлению процессами аэрации жилой застройки.

Список литературы

1. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М. : Стройиздат, 1984. 360 с.
2. Серебровский Ф. Л. Аэрация жилой застройки. М., 1971. 114 с.
3. Дектерев А. А. [и др.] Использование программы SigmaFlow для численного исследования технологических объектов // Вычислительные технологии. 2003. Vol. 8. № 1. С. 250–255.
4. Дектерев А. А., Гаврилов А. А., Минаков А. В. Современные возможности CFD кода SigmaFlow для решения теплофизических задач // Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии : сб. ст. 2010. Vol. 4, № 2. С. 117–122.
5. Дектерев А. А. [и др.] Свободно распространяемый программный комплекс SIGMA_FW для моделирования гидродинамики и теплообмена // Журнал Сибирского федерального университета. Техника и технологии. 2017. Т. 10, № 4. С. 534–542.

ПОЛУЧЕНИЕ КВАЗИКРИСТАЛЛОВ СОСТАВА $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ ТВЕРДОФАЗНЫМ СИНТЕЗОМ И МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО ИЗ РАСТВОР-РАСПЛАВА

А.Г. Нечепурышина*

Научный руководитель П.П. Турчин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Интерес к квазикристаллам значительно возрос после открытия стабильных квазикристаллических фаз [1]. Квазикристаллы характеризуются ориентационным дальним порядком и кристаллографически запрещенной симметрией. Интересны возможные применения их уникальных свойств, таких как высокое значение удельного электросопротивления [2], высокая твердость [3], электронные [4] и магнитные [5] свойства, износ и низкий коэффициент трения [3].

По литературным данным [6, 7] квазикристаллы состава $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ имеют однофазную икосаэдрическую структуру, в отличие от других составов этой системы. Температура отжига однофазной икосаэдрической области для поликвазикристалла $\sim 650\text{--}700\text{ }^\circ\text{C}$ [6, 7], а для моноквазикристалла $\sim 800\text{ }^\circ\text{C}$ [8].

Несмотря на то что квазикристаллы $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ давно известны, некоторые их физические свойства, в частности упругие, до сих пор не были исследованы. Для изучения макроскопических свойств требуются моноквазикристаллы значительных размеров. Технологии получения крупных моноквазикристаллов известны, но недостаточно изучены. Поэтому в данной работе нами исследованы два подхода для получения объемных моноквазикристаллов.

На первом этапе было повторено получение квазикристалла состава $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ твердофазным синтезом. Как правило, алюминий имеет свойство окисляться на поверхности. В зависимости от внешних условий толщина оксидной пленки может варьироваться от 5 до 20 нм [9–11], а в некоторых случаях и до 50 нм и даже выше [12]. Для определения избытка алюминия для синтеза квазикристалла твердофазным методом был проведен синтез образцов с различным избытком алюминия. Для этого исходную смесь брали с избытком Al 1, 2, 3, 4, 5, 10 и 15 %. Отжиг производился при температуре $600\text{ }^\circ\text{C}$ 21 ч, при температуре $700\text{ }^\circ\text{C}$ 3 суток и при температуре $800\text{ }^\circ\text{C}$ 47 ч. Из рентгенограммы, представленной на рис. 1, видно, что для всех образцов присутствуют два характерных пика икосаэдрической фазы ($2\Theta = 42.939^\circ$ и $2\Theta = 45.260^\circ$), в образцах с избытком алюминия 1, 2, 3, 10 и 15 % практически в равном количестве с квазикристаллической фазой присутствует кубическая фаза, в образце с избытком Al 4 % кубическая фаза практически отсутствует, а в образце с избытком Al 5 % кубическая фаза отсутствует совсем.

Для подтверждения результатов был проведен повторный эксперимент, в котором избыток алюминия составлял 0, 2, 4, 5, 6 и 7 %. Рентгенограмма на

* © Нечепурышина А.Г., 2019

рис. 2 подтверждает, что при избытке алюминия в 5 % квазикристалл содержит только икосаэдрическую фазу.

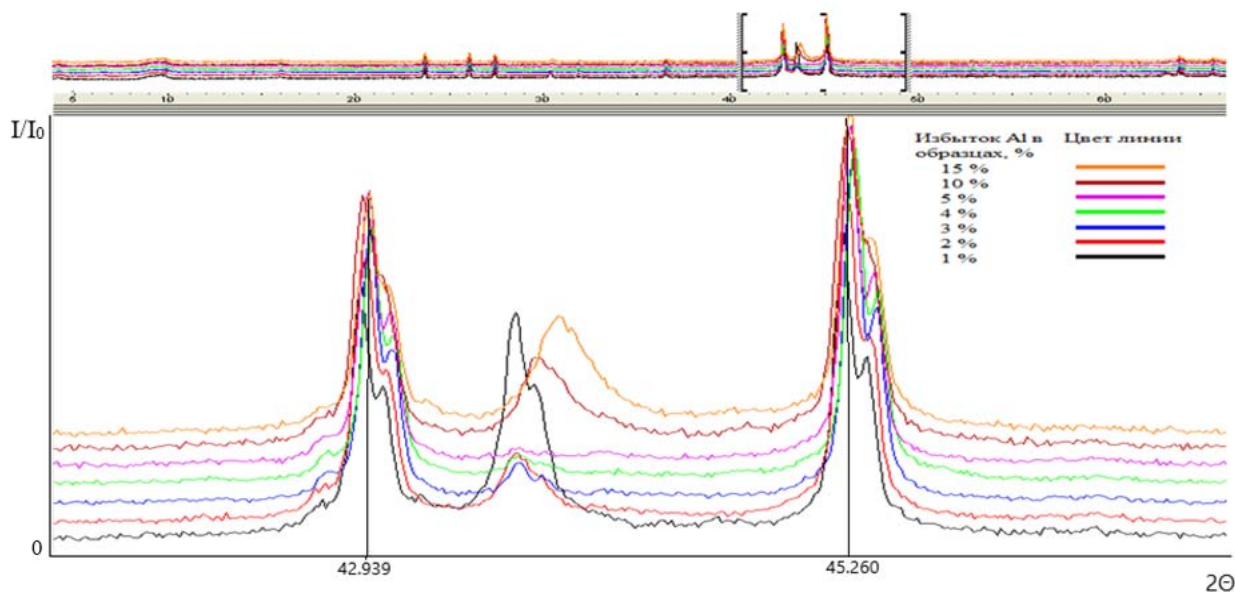


Рис. 1. Рентгенограмма образцов с избытком алюминия 1, 2, 3, 4, 5, 10 и 15 %

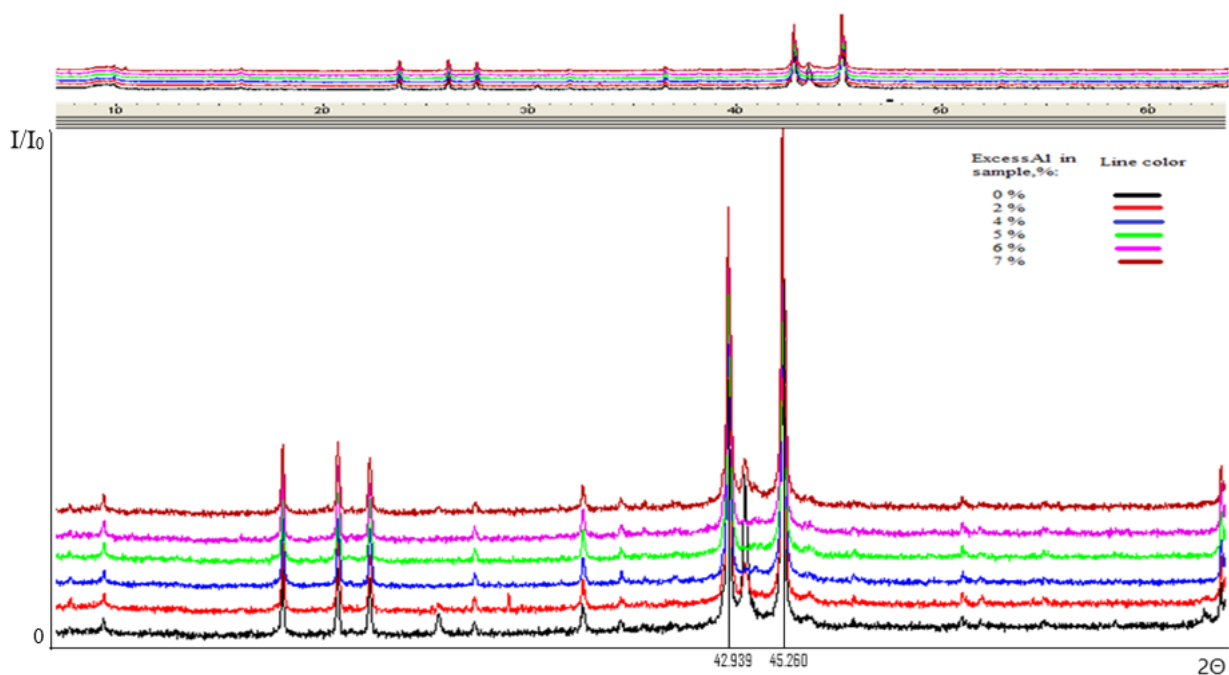


Рис. 2. Рентгенограмма образцов с избытком алюминия 0, 2, 4, 5, 6 и 7 %

Использование квазикристаллов, полученных твердофазным синтезом в качестве затравок для роста методом Чохральского из раствор-расплава, оказалось невозможным. Это обусловлено тем, что расплав плохо смачивает поверхность предварительно полученного поликвазикристалла. Поэтому в качестве затравок были использованы медные стержни.

В экспериментах по подбору оптимальной температуры для синтеза квазикристалла из раствор-расплава при температурах 675 и 740 °C синтезирова-

лись поликвазикристаллы различных фаз, в том числе и икосаэдрическая фаза размером в ~50 мк и ~100 мк, соответственно. При температуре 800 °С был получен икосаэдрический моноквазикристалл размером в 600 мк (рис. 3).

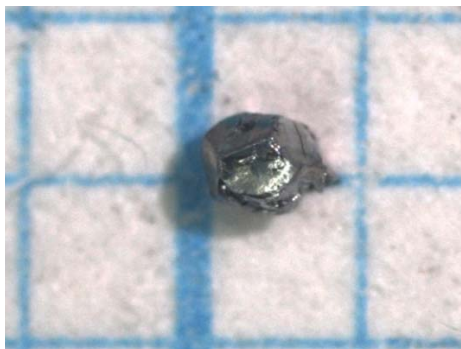


Рис. 3. Внешний вид квазикристалла синтезированного из раствор-расплава при 800 °С

Список литературы

1. Dubost B., Lang J.-M., Tanaka M. et al. Large AlCuLi single quasicrystals with triacontahedral solidification morphology // *Nature*. 1986. Т. 324. № 6092. P. 48–50.
2. Коноплев Д. А., Круглов В. С., Комаров А. О. [и др.] Исследование литых квазикристаллических образцов систем Yb–Cd и Al–Cu–Fe // *Кристаллография*. 2007. Т. 52. № 6. С. 1026–1031.
3. Калошкин С. Д., Чердынцев В. В., Данилов В. Д. Механоактивационное получение квазикристаллических порошковых сплавов системы Al–Cu–Fe и материалов на их основе // *Кристаллография*. 2007. Т. 52. № 6. С. 989–1001.
4. Назин В. Г., Михеева М. Н., Лев Л. Л. [и др.] Исследования электронной структуры квазикристаллической системы Al–Cu–Fe // *Кристаллография*. 2007. Т. 52. № 6. С. 1051–1056.
5. Никонов А. А., Семеновский П. В., Теплов А. А. [и др.] Магнитная восприимчивость квазикристаллических порошков Al₆₅Cu₂₂Fe₁₃ // *Кристаллография*. 2007. Т. 52. № 6. С. 1016–1019.
6. Shulyatev D. A., Nigmatulin A. S., Chernikov M. A. et al. Formation of the icosahedral Al-Cu-Fe phase by solid state reaction // *APhysPolA*. 2014. Т. 126. № 2. P. 581–584.
7. Yokoyama Y., Fukaura K., Sunada H. Preparation of large grained Al₆₃Cu₂₄Fe₁₃ icosahedral quasicrystal directly from the melt // *Mater. Trans., JIM*. 2000. Т. 41. № 1. P. 668–674.
8. Yokoyama Y., Matsuo Y., Yamamoto K. et al. Growth condition and X-ray analysis of single Al₆₄Cu₂₃Fe₁₃ icosahedral quasicrystal by the Czochralski method // *Mater. Trans., JIM*. 2002. Т. 43. № 4. P. 762–765.
9. Коррозия алюминия [Электронный ресурс] : информационный портал. URL: <http://www.okorrozii.com/korrozia-aliuminiya.html>.

10. Баранов И. Б. Холодная сварка пластичных металлов. Л. : Машиностроение, 1969. 208 с.

11. Зимина Т. Надежная одежда для алюминия // Наука и жизнь. 2016. № 6. С. 46–48.

12. Брусенцов Ю. А., Филатов И. С., Проценко И. Г. Влияние времени окисления на толщину оксидного слоя алюминия // Университет им. В. И. Вернадского. 2012. Т. 42. № 4. С. 321–325 ; № 4. С. 321–325.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ СЛИЯНИЯ ДВУХ ВИХРЕВЫХ ПЛАЗМЕННЫХ ПОТОКОВ ДУГОВОГО РАЗРЯДА КГЦ-ДИАПАЗОНА

А.В. Осипова¹, Н.С. Николаев^{2*}

Научный руководитель Г.Н. Чурилов
доктор технических наук, профессор

¹Сибирский федеральный университет

²Институт физики им. Л.В. Киренского

ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»

Плазма – частично или полностью ионизованный газ, в котором концентрации свободных положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы. Это одно из четырёх основных агрегатных состояний вещества. При изучении газовых разрядов было создано множество приборов, которые применяются в различных отраслях науки и техники. Например, в технике плазма используется для высокоэнергетической обработки материалов. В науке зачастую применяется в плазмохимическом синтезе или как источник света для эмиссионной спектроскопии.

Авторами [1] с помощью дугового разряда кГц-диапазона был получен стабильный поток плазмы. В данной работе предложена модифицированная конструкция лабораторного генератора плазмы на основе разряда в сходящихся газовых потоках. Данная конструкция двуструйного плазматрона, рассматриваемая с точки зрения перспективного плазмохимического реактора для синтеза частиц со структурой ядро-оболочка. В основу конструкции легли концепции стабилизации плазменных потоков кГц-диапазона, предложенные в работе [2]. С целью управления параметрами плазмохимического синтеза требуется установить пространственное распределение температуры в разрядном промежутке.

На рис. 1 представлена схема двуструйного плазматрона с магнитно-вихревой стабилизацией.

На рис. 1 представлено схематичное изображение двухструйного лабораторного генератора плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией. Дуговой разряд (1) осуществляется между двумя водоохлаждаемыми медными электродами (2). Система стабилизации, состоящая из керамической камеры закрутки газа (3) и стабилизирующего соленоида (4), обеспечивает стабильное горение дугового разряда с увеличенным объёмом плазмы. Тангенсальный ввод газа (5) в камеру (3) позволяет создать область пониженного давления, куда устремляется плазменный поток. Синфазное изменение тока в катушке (4) с питающим током разряда позволяет обеспечить постоянное во времени воздействие на плазменные потоки.

Поток плазмы регистрировали в продольной и поперечной плоскостях. С помощью метода относительных интенсивностей были измерены хордовые

* © Осипова А.В., Николаев Н.С., 2019

значения температур. Затем эти данные были пересчитаны в радиальные с помощью преобразований Абеля. Из полученных радиальных температур были построены графики зависимости радиальной температуры в продольной плоскости (рис. 2, а) и в поперечной плоскости (рис. 2, б).

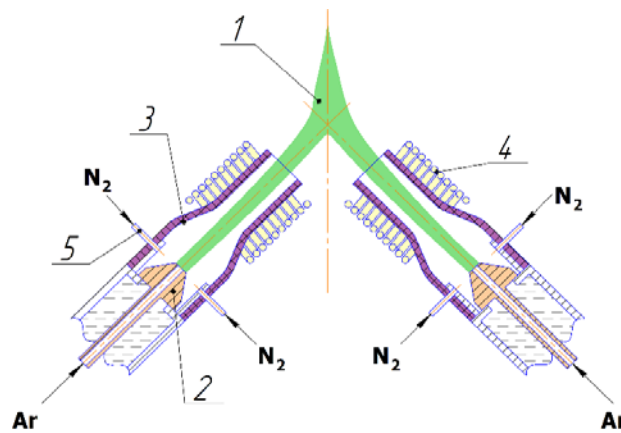


Рис. 1. Двуструйный плазматрон с магнитно-вихревой стабилизацией:
 1 – дуговой разряда; 2 – водоохлаждаемые медные электроды;
 3 – керамическая камера закрутки газа; 4 – стабилизирующий соленоид;
 5 – ввод для тангенсальной подачи изолирующего газа

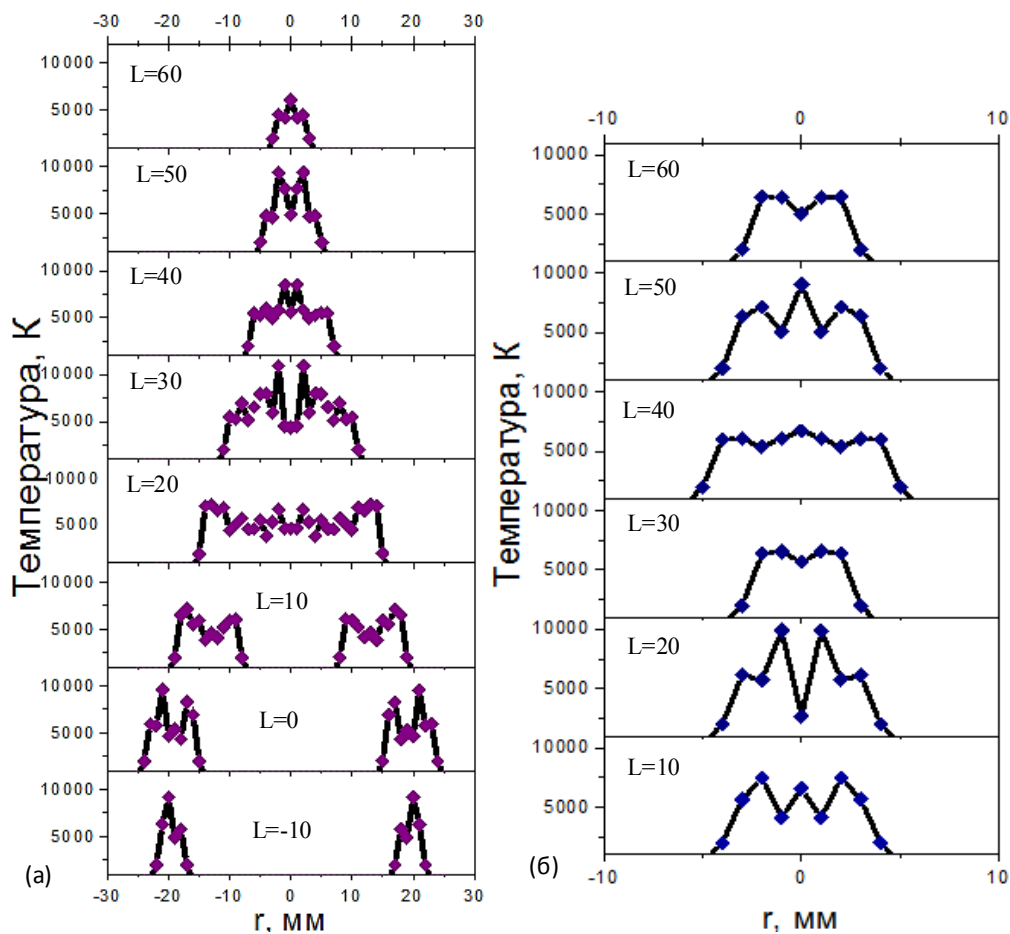


Рис. 2. Графики зависимости радиальной температуры:
 а – продольная плоскость, б – поперечная плоскость

На графике представлено пространственное распределение температуры. Измерение проводились по радиусу разрядного промежутка на различных высотах от выходных сопел. Плазма выходит из двуструйного плазматрона на высоте до оптического центра системы от – 10 мм (рис. 2, *а*) и сливается в один поток на расстоянии 20 мм. Максимум температуры ($10\,988 \pm 219,76$) К приходится на сечения 20–30 мм. На высоте 40–60 мм видно температура стала равной ($6\,700 \pm 134$) К, то есть минимальной на всем распределении.

Как видно из рис. 2, *б*, в плазменном потоке существуют коаксиальные слои с различной температурой. При сечении 20 мм происходит возрастание температуры до максимума ($10\,300 \pm 206$) К, затем при 30 мм температура устанавливается и снижается. Сечения 40 мм и 60 мм температура плазмы падает до ($6\,900 \pm 138$) К.

Таким образом, были получены пространственное распределение температур в разрядном промежутке двуструйного плазматрона. Максимум температуры разряд, равный ($10\,988 \pm 219$) К, достигается в центре слияния струй, затем температура уменьшается до (6900 ± 138) К на высоте 60 мм от оптического центра системы. В плазменном потоке существуют коаксиальные слои, которые заметны при рассмотрении поперечной плоскости разрядного промежутка. Это области горячей плазмы с температурой 7 000–9 000 К, разделённые областями более холодной плазмы с температурой 5 000–6 000 К.

Полученные результаты распределения температуры показывают, как проходит процесс охлаждения вводимых в плазму частиц. Использование этих данных поможет понять зависимость морфологии получаемых покрываемых частиц. Экспериментальное исследование данных вопросов является целью следующей нашей работы.

Список литературы

1. Чурилов Г. Н., Николаев Н. С., Шичалин К. В., Лопатин В. А. Генератор плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией и возможности его применения.
2. Чурилов Г. Н., Николаев Н. С., Финников К. А. Альтернативное направление развития ракетных плазменных двигателей на основе кГц-разряда в электрическом и магнитном поле.

**ВЛИЯНИЕ КРИОГЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ГЕЛИЯ
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИНТЕЗА ФУЛЛЕРЕНОВ*****М.В. Ситников¹, А.И. Дудник^{2†}**Научный руководитель Н.Г. Внукова²
кандидат технических наук, доцент¹*Сибирский федеральный университет*²*Институт физики им. Л.В. Киренского
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»*

Во второй половине 1980-х гг. была открыта новая модификация углерода – фуллерен. Фуллерены – сферические молекулы, состоящие из пятичленных и шестичленных колец, в узлах которых находятся атомы углерода. Фуллерены имеют широкое практическое применение: их используют в медицине, производстве, на основе фуллеренов создаются полупроводниковые приборы, солнечные батареи [1].

Фуллерены образуются в плазме электрической дуги, возникающей между графитовыми электродами. Проблемой современного синтеза фуллеренов является их недостаточно высокое содержание в углеродном конденсате. В результате горения графитовых стержней образуются продукты синтеза, такие как циан, углекислый газ и другие. Продукты синтеза губительно влияют на содержание фуллеренов в углеродном конденсате.

Мы предполагаем, что использование замкнутого цикла вместе с сорбционным фильтром увеличит содержание фуллеренов в углеродном конденсате.

В работе использована разработанная ранее установка для синтеза фуллеренов в высокочастотном дуговом разряде (рис. 1, а) [2]. Также нами была разработана установка для замкнутой подачи гелия в камеру синтеза с одновременной его очисткой (рис. 1, б).

Работа установки для замкнутого цикла состоит из следующих этапов. Гелий накачивается в систему замкнутого цикла и камеру синтеза (4) через азотную ловушку (1). Буферные ёмкости (3 и 5) необходимы для сглаживания пульсаций, и представляют собой резервуары объемом 50 литров. Прокачка гелия по замкнутому циклу осуществляется с помощью мембранного насоса (6). Затем гелий с продуктами синтеза попадает в сорбционный фильтр (2), в котором происходит очистка гелия. Сорбентом является активированный уголь марки БАУ-А, находящийся при температуре жидкого азота.

Синтезы проводились при токе 180 А на двух горизонтально расположенных стержнях. Гелий подавался со скоростью 6 л/мин в синтезах без замкнутого цикла с проточным гелием. В синтезах с замкнутым циклом поток гелия ~50 л/мин. Перед каждым синтезом проводилось десорбирование азотной ло-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-32-20011

† © Ситников М.В., Дудник А.И., 2019

вушки путём её нагрева до 120 °С с откачкой продуктов десорбции в течение 1,5 ч.

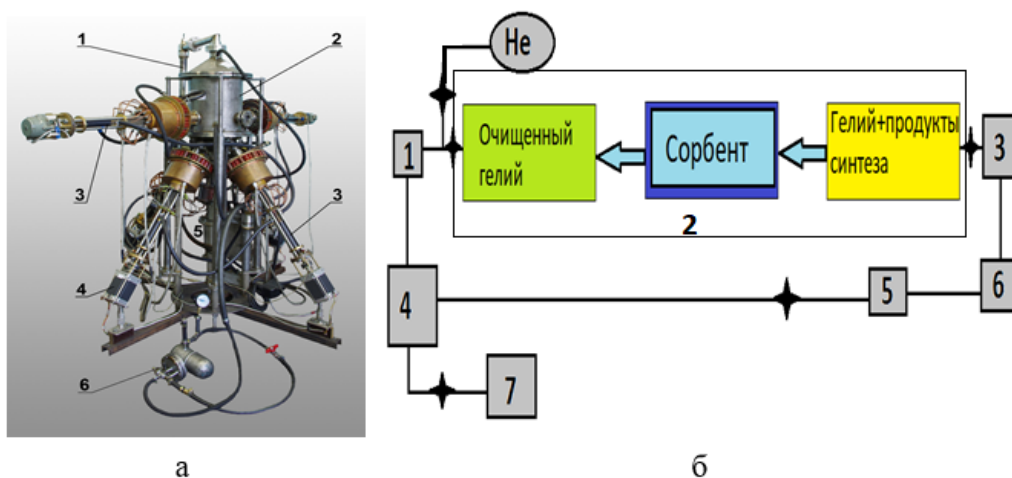


Рис. 1. Установка для синтеза углеродных наноматериалов (а):
1 – азотная ловушка; 2 – камера для синтеза; 3 – подачи электродов; 4 – двигатели подачи; 5 – сборочная камера; 6 – устройство поддержания давления. Схема установки замкнутого цикла (б): 1 – азотная ловушка; 3,5 – буферы; 4 – камера синтеза; 6 – насос мембранный; 7 – форвакуумный насос

Для синтезов использовались графитовые стержни для спектрального анализа диаметром 6 мм. Стержни предварительно отжигались в вакууме 7 мПа при температуре 1 500 °С в течение 30 мин. Фуллерены выделялись в бензоле в аппарате Сокслета. Далее выделенные фуллерены взвешивались на рычажных весах с точностью 0,05 мг.

Были выполнены синтезы в диапазоне давлений 33,3–353 кПа: в проточном гелии; с использованием установки замкнутого цикла с сорбционным фильтром; без сорбционного фильтра. Результаты исследования приведены на рис. 2.

Сначала были выполнены синтезы в проточном гелии. Максимальный выход 10,2 вес. % наблюдается при давлении 127,5 кПа (1,3 атм.). Выход фуллеренов с использованием очистки гелия и подачи его по замкнутому циклу увеличивается (рис. 2, график 1) до 12,6 вес. % при том же давлении. Особенно это заметно при давлении 66,6 кПа. Повышение содержания фуллеренов происходит за счёт сорбции побочных продуктов синтеза в сорбционном фильтре. Данный вывод подтверждают результаты синтезов в замкнутом цикле подачи гелия без сорбционного фильтра (рис. 2, график 3). В случае проточного гелия продукты синтеза уносятся недостаточно быстро и долгое время циркулируют в камере. В замкнутой системе подачи гелия он циркулирует с гораздо большим потоком, а продукты синтеза сорбируются фильтром.

Использование установки замкнутого цикла вместе с сорбционным фильтром позволяет провести очистку гелия от продуктов синтеза. Благодаря своей инертности гелий проходит сквозь сорбционный фильтр, в то время как

продукты синтеза сорбируются на сорбенте. Очистка гелия позволяет увеличить содержание фуллеренов в углеродном конденсате.

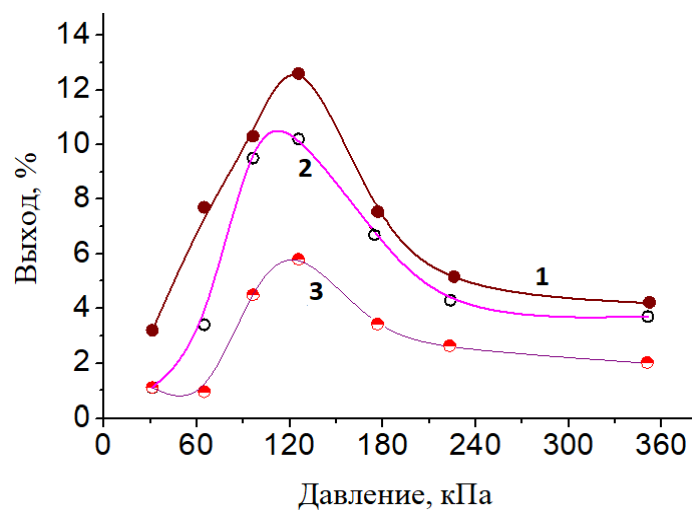


Рис. 2. Содержание фуллеренов в УК: 1 – с использованием замкнутого цикла по гелию и сорбционного фильтра; 2 – в проточном гелии; 3 – с использованием замкнутого цикла без сорбционного фильтра.

Выводы

Очистка гелия от побочных продуктов синтеза с одновременной его подачей в камеру синтеза по замкнутому циклу позволила увеличить содержание фуллеренов в углеродном конденсате с 10,2 вес. % до 12,6 вес. % при давлении 127,5 кПа по сравнению с синтезами в проточном гелии.

Список литературы

1. Чурилов Г. Н., Булина Н. В., Федоров А. С. Фуллерены: синтез и теория образования. Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т физики им. Л. В. Киренского; Мин-во образования и науки РФ, Федеральное агентство по образованию, Сиб. федеральный ун-т. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2007. 227 с.
2. Churilov G. N., Kratschmer W., Osipova I. V. et al. Synthesis of fullerenes in a high-frequency arc plasma under elevated helium pressure // Carbon. 2013. V. 62. P. 389–392.

**АКУСТИЧЕСКИЕ И МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ СПЛАВА Д16,
МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОЧАСТИЦАМИ**

П.О. Суходаев, М.Ю. Чулкова, В.И. Турчин, С.В. Юркевич*

Научный руководитель П.П. Турчин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Применение наночастиц (НЧ) в качестве модифицирующих и упрочняющих добавок в сплавы на основе алюминия и создание алюминиевых нанокompозитов на сегодняшний день вызывает большой интерес в различных областях техники. Одним из основных влияний наночастиц на механические свойства сплавов является изменение их микроструктуры [1]: величин размеров зерен, распределения и морфологии фаз и включений, изменения характера макроскопических дефектов.

Методы контроля сплавов включают в себя механические испытания и микроскопическое исследование структуры. Испытания и процедура изготовления микрошлифов для получения изображения структуры включают шлифование, полирование и травление образцов. Они могут занимать длительное время, что осложняет контроль при массовом производстве изделий.

В последнее время развиваются исследования в области методов неразрушающего контроля металлов и композитов на их основе, что позволяет оперативно оценить их свойства. Среди таких методов наиболее распространенным является ультразвуковое исследование металлов.

Цель данной работы – исследовать твердость и структуру образцов алюминиевого сплава Д16, полученных с помощью литья, содержащих наночастицы Al_2O_3 различных **концентраций**, а также исследовать распространение объемных акустических волн в полученных материалах.

Материалы и методы исследования

В качестве материалов для исследований в работе использовался сплав алюминия Д16 (химический состав сплава приведен в таблице), нанопорошок Al_2O_3 со средним размером частиц 15 нм, полученный методом электрического взрыва проводников [2].

Таблица

Химический состав в % материала Д16

Al	Cu	Mg	Mn	Fe	Si	Cr	Ti	Zn	Примесей
90,9– 94,7	3,8– 4,9	1,2– 1,8	0,3– 0,9	до 0,5	до 0,5	до 0,1	до 0,15	до 0,25	всего 0,15

* © Суходаев П.О., Чулкова М.Ю., Турчин В.И., Юркевич С.В., 2019

Образцы получали литьем расплава в металлический кокиль. Для улучшения смачивания и снижения агломерации частиц их вводили в расплав, предварительно спрессовав с порошковым сплавом Д16 в виде таблетки. После введения НЧ расплав выдерживали в течение 20 мин, перемешивали крыльчаткой и заливали в форму при температуре 720 °С.

Всего отливалось пять образцов: один контрольный образец, без добавок, остальные с различными массовыми содержаниями нанопорошков – 0,05, 0,1, 0,2, 0,3 %.

Твердость образцов измерялась по методу Роквелла (шкала HRB) на твердомере ТК14-250. Было проведено по 10 измерений на поперечном срезе образцов и взято среднее.

Структура исследовалась на оптическом микроскопе Digital Microscope КН-7700. Образцы предварительно полировались и протравливались 1 % раствором плавиковой кислоты HF.

Для измерения скорости объемных акустических волн (ОАВ) из исходных образцов **были изготовлены** образцы в виде прямоугольных параллелепипедов с линейными **размерами** 4–11 мм. Далее они шлифовались при помощи абразивного порошка с размером частиц 40 и 3 мкм для придания **плоскопараллельности** граням, которая была не хуже 5 мкм. После этого образцы **исследовались** ультразвуковым методом эхо-импульса [3] на частоте 30 МГц.

Плотность образцов для ультразвуковых исследований рассчитывалась отношением массы, измеренной на электронных весах, к объему образцов.

Результаты

Микроструктура образцов показана на рис. 1.

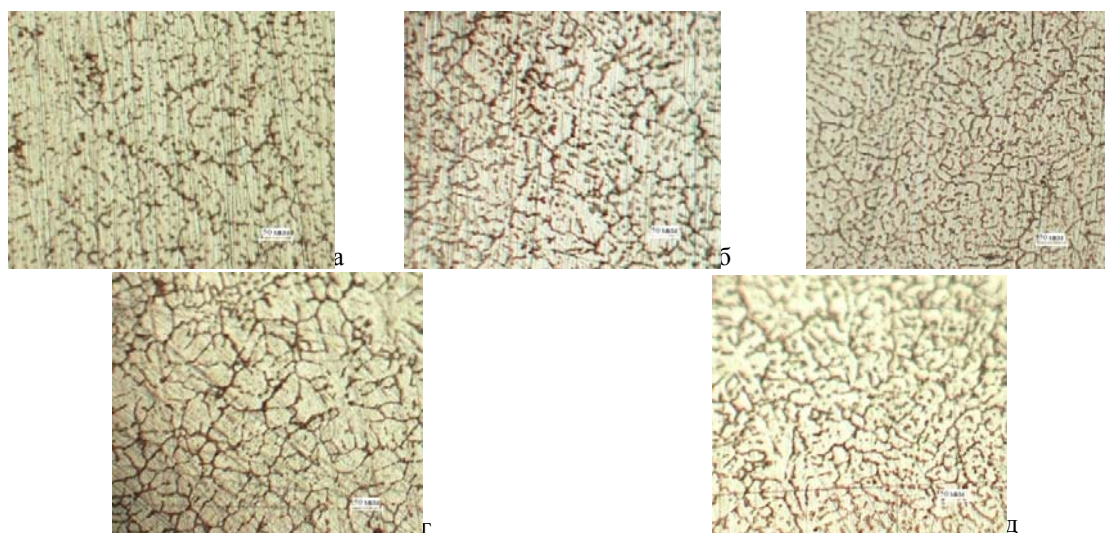


Рис. 1. Микроструктура образцов с различными массовыми содержаниями частиц Al_2O_3 : а – контрольный; б – 0,05 %; в – 0,1 %; г – 0,2 %; д – 0,3 %

Структура сплава Д16 представляет собой твердый раствор меди в алюминии с распределенной в нем фазой соединения CuAl_2 . Из изображений струк-

туры видно, что в образцах с НЧ зернистость образцов уменьшается, а количество фазы CuAl_2 , которая концентрируется на границах зерен, увеличивается. Структура зерен становится более равномерной. Наибольшее измельчение зерна достигается при 0,1%-м содержании Al_2O_3 .

На рис. 2, а–в приведены зависимости плотности, твердости и скорости продольных звуковых волн в образцах от массового содержания наночастиц.

Максимальная плотность и твердость достигается при содержании НЧ 0,2 %.

Повышение плотности может быть вызвано тем, что при содержании НЧ в расплаве увеличивается число центров кристаллизации и снижается количество усадочных пор при затвердевании.

В образце с максимальным содержанием Al_2O_3 – 0,3 % твердость снижается. Это, вероятно, связано с повышенной агломерацией НЧ при увеличении концентрации. В работе [4] при использовании наноалмазов в качестве модифицирующей добавки, при концентрации выше 0,2 % также снижаются механические свойства и повышается пористость образцов.

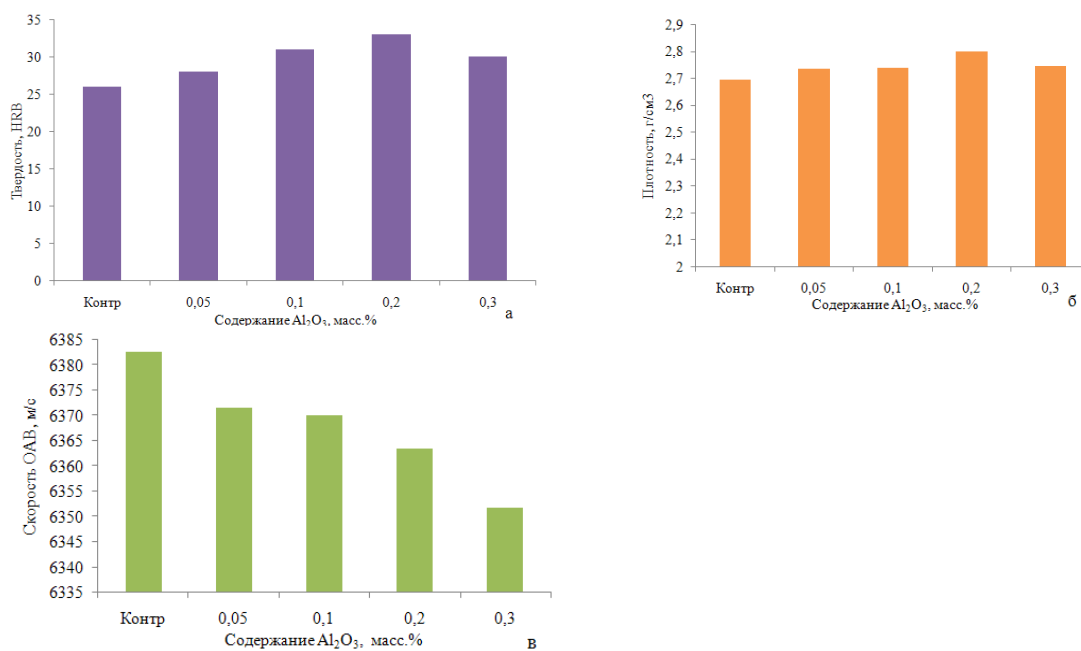


Рис. 2. Твердость (а), плотность (б) и скорость (в) продольных звуковых волн при различном содержании НЧ

Скорость звука снижается с повышением концентрации Al_2O_3 , так как введение наночастиц в матрицу увеличивает количество микродефектов (границ зерен, межфазных границ, пор, агломератов частиц), на которых происходит рассеивание ультразвуковых волн. Другой причиной уменьшения скорости упругих волн могут быть размерные эффекты, поскольку длина акустической волны сопоставима с размерами неоднородностей среды.

Заключение

Получены образцы на основе алюминиевого сплава Д16, модифицированные наночастицами оксида алюминия. Исследована структура, измерена твердость, плотность и скорость звука в образцах. Установлено влияние наночастиц на измельчение фазы CuAl_2 в структуре сплава и повышение твердости. Скорость объемных акустических волн снижается при увеличении содержания наночастиц, что может быть связано с повышенным количеством микродефектов в матрице и размерными эффектами при распространении звука.

Список литературы

1. Mirza F., Chen D. A unified model for the prediction of yield strength in particulate-reinforced metal matrix nanocomposites // *Materials*. 2015. Vol. 8. N. 8. P. 5138–5153.
2. Электровзрывная технология получения наноразмерных порошков: сайт. URL: <http://www.hcei.tsc.ru/ru/cat/technologies/tech12.html>.
3. Турчин П. П. [и др.] Импульсные автоматизированные измерения скоростей упругих волн в кристаллах // *Ползуновский вестник*. 2011. № 3/1. С. 143–147.
4. Сакович Г. В. [и др.] Физико-механические свойства композитов и легких сплавов, упрочненных детонационными наноалмазами // *Известия высших учебных заведений. Физика*. 2016. Т. 59. № 3. С. 104–109.
5. Wu J., Zhou S., Li X. Ultrasonic Attenuation Based Inspection Method for Scale-up Production of A206–Al₂O₃ Metal Matrix Nanocomposites // *Journal of Manufacturing Science and Engineering*. 2015. Vol. 137. N. 1. P. 011013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ БЛЮМСА

В.В. Толстикова*

Научный руководитель С.В. Смолин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Вычислительный эксперимент (ВЭ) является одной из важнейших форм внедрения вычислительной техники в проектирование технологических процессов. Он используется как во время предварительного анализа технологического процесса, так и в ходе синтеза технологических процессов – для проверки и сравнения проектных решений.

Исследование устройств и процессов на основе математического моделирования и проведения вычислительного эксперимента становится в настоящее время одним из методов научно-исследовательских работ и даже опытно-конструкторских разработок. Необходимость использования вычислительного эксперимента как метода исследования вызвана тем, что решение современных научно-технических задач, отличающихся чрезвычайно сложным математическим описанием, традиционными методами становится затруднительным, а в некоторых случаях вообще невозможным.

Математическое моделирование и вычислительный эксперимент как методы исследования находят широкое применение в самых разных областях, в том числе при моделировании теплофизических процессов и объектов в металлургии. Разнообразие областей применения вычислительного эксперимента определяется тем, что в любой области в вопросах проектирования или управления необходима информация об исследуемом объекте или процессе, на основе которой можно решать задачи по проектированию или управлению ими [1].

В работе исследуется охлаждение бруса квадратного сечения (блюмса) размерами $2\delta \cdot 2\delta$ симметричного относительно осей координат, выбранных в центре бруса. Поэтому для расчета рассматривается четверть сечения бруса $\delta \cdot \delta$ с охлаждаемой поверхностью и адиабатными осями симметрии.

Математическая формулировка краевой задачи нестационарной теплопроводности в этом случае имеет вид [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right), \quad (1)$$

$$T(x, y, 0) = T_0, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0} = 0, \quad (2)$$

$$-\lambda \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=\delta} = -\lambda \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=\delta} = \alpha(T - T_c), \quad (3)$$

* © Толстикова В.В., 2019

где T – температура поверхности; t – время; x и y – пространственные координаты; a – коэффициент температуропроводности; λ – коэффициент теплопроводности; α – коэффициент теплоотдачи; T_c – температура окружающей среды; T_0 – начальная температура поверхности.

Для расчета используются следующие исходные данные [2]: полутолщина блюмса $\delta = 10$ см; температура окружающей среды $T_c = 0$ °С = 273 К, теплофизические свойства стали: коэффициент теплопроводности $\lambda = 50$ Вт/(м К), коэффициент температуропроводности $a = 1,410^{-5}$ м²/с, коэффициент теплоотдачи $\alpha = 340$ Вт/(м² К) и начальная температура поверхности $T_0 = 780$ °С = 1053 К.

Уравнение (1) с начальным и граничными условиями (2), (3) решается численно методом конечных элементов, используя пакет расширения MATLABa Toolbox PDE для численного решения двумерных дифференциальных уравнений с частными производными [3].

На рис. 1 представлено распределение температуры с помощью шкалы цветов на поверхности четверти сечения блюмса через 20 минут после начала охлаждения, а на рис. 2 – после 80 минут. На рис. 2 также представлены изолинии температуры и вектора потоков тепла, которые естественно направлены от более горячих участков к более холодным.

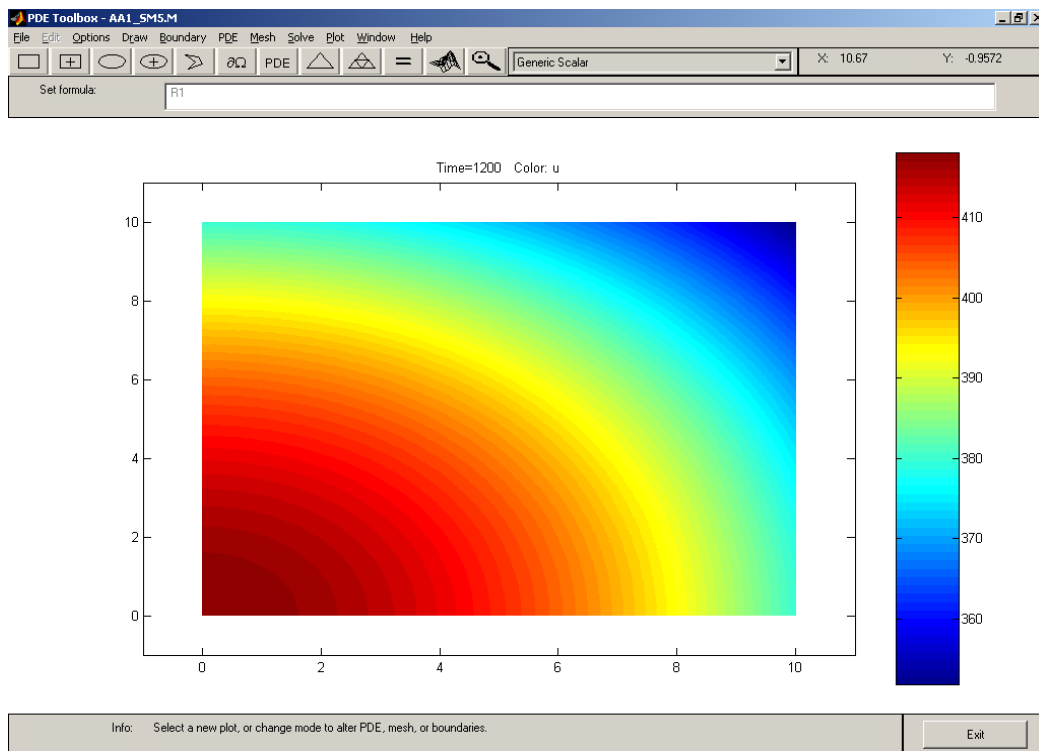


Рис. 1. Распределение температуры для $t = 20$ мин и диапазона от 352 до 418 К

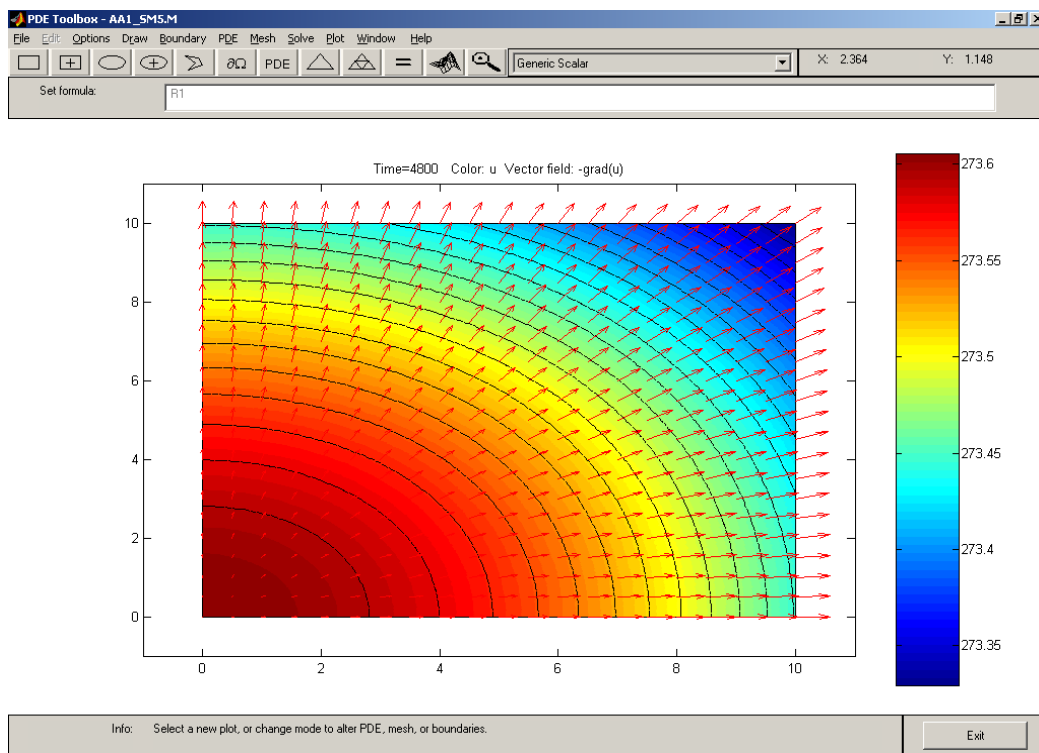


Рис. 2. Распределение температуры и потока тепла для $t = 80$ мин и диапазона от 273,3 до 273,6 К

Аналитическое решение задач нестационарной теплопроводности часто бывает затруднительным или вообще невозможным, поэтому в практике расчета времени охлаждения тел применяют приближенный инженерный метод (метод регулярного теплового режима), в соответствии с которым пренебрегают внутренним тепловым сопротивлением тела по сравнению с внешним. Этот приближенный метод эффективен при расчетах охлаждения металлических листовых материалов, но имеет ограничения. Поэтому на практике метод используется уже при числе Био $Bi < 0,1$.

Приближенное аналитическое решение задачи (1)–(3) принимает вид [2]:

$$T - T_c = (T_0 - T_c) \exp(-Bi \cdot Fo), \quad (4)$$

где $T - T_c$ – избыточная температура; безразмерное число Био $Bi = \alpha \cdot \delta / \lambda$, безразмерное число Фурье $Fo = a \cdot t / \delta^2$, то есть в соответствии с методом регулярного теплового режима «усредненная» (в (4) нет зависимости от пространственных координат x и y) избыточная температура поверхности тела убывает по экспоненциальному закону.

Для задачи (1)–(3) по исходным данным число Био $Bi = 0,68$. Поэтому на рис. 3 представлены для сравнения приближенное аналитическое решение (4) (синяя сплошная линия) и красными квадратиками – результаты численного решения (ВЭ) задачи (1)–(3).

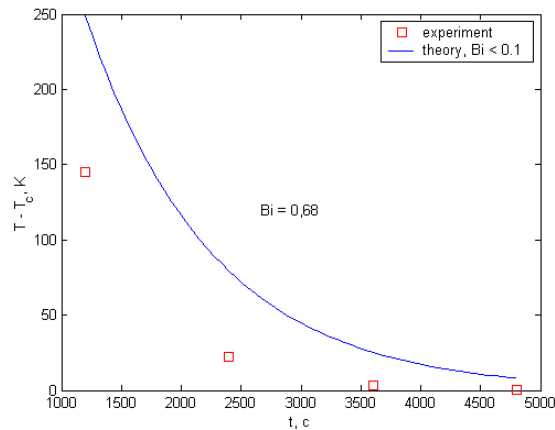


Рис. 3. Сравнение аналитического решения и численного решения для $t = 20$ мин, 40 мин, 60 мин, 80 мин

Из рис. 3 видно, что в некоторых местах имеется существенное рассогласование, так как число Био примерно в 7 раз превосходит критерий использования (4) на практике. Например, чтобы охладить блюмс примерно до температуры окружающей среды $T_c = 0 \text{ }^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$ прогнозируется по (4) время примерно 100 мин, а по численному (точному) решению задачи (1)–(3) (см. рис. 2) всего лишь необходимо 80 мин. Полученная разница в 20 мин может быть существенной для технологического процесса.

Таким образом получается, что в подобных задачах, если число Био $Bi > 0,1$ просто необходимо использовать математическое моделирование и вычислительный эксперимент при моделировании теплофизических процессов и объектов в металлургии.

Список литературы

1. Анищенко Л. М., Лавренюк С. Ю. Математические основы проектирования высокотемпературных технологических процессов. М. : Наука, 1986. 80 с.
2. Цаплин А. И., Никулин И. Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии. Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. 299 с.
3. Дьяконов В. MATLAB 6. СПб. : Питер, 2001. 592 с.

АНИЗОТРОПИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОАВ В ТРИГОНАЛЬНЫХ МОНОКРИСТАЛЛАХ $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ И $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$ *

В.И. Турчин, С.В. Юркевич[†]

Научный руководитель П.П. Турчин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Монокристаллы $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ (LGS, лангасит) и $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$ (YAB, иттриевый алюмоборат) перспективны для акустоптических приложений [1, 2], включая лазерную технику. Они относятся к точечной группе симметрии 32, но имеют различную пространственную симметрию – R321 и R32 соответственно. Плотности кристаллов составляют $\rho_{\text{LGS}} = 5,743 \text{ г / см}^3$ и $\rho_{\text{YAB}} = 3,720 \text{ г / см}^3$. Электромеханические свойства монокристаллов лангасит хорошо изучены [3–5], а для иттриевого алюмобората первые данные получены недавно [6]. Поэтому является актуальным сравнительный анализ анизотропии акустических параметров объемных акустических волн (ОАВ) в этих монокристаллах.

Основные характеристики ОАВ – скорость v и поляризация θ – находятся из известных электромеханических постоянных путем решения прямой задачи кристаллоакустики [7]:

$$\left(\Gamma_{il} - \lambda \delta_{il} \right) U_l = 0,$$

где приняты обозначения: $\Gamma_{il} = C_{ijkl}^E n_j n_k + \frac{e_i e_l}{\epsilon^*}$ – симметричный тензор Кристоффеля для пьезоэлектриков, $\lambda_i = \rho v^2$ – собственные значения Γ_{il} , δ_{il} – тензор Кронекера U_l – собственные векторы Γ_{il} , $e_l = e_{plm} n_p n_m$ и $e_i = e_{nik} n_n n_k$ – пьезоэлектрические векторы, $\epsilon^* = \epsilon_{rs}^n n_r n_s$ – свертка высокочастотной диэлектрической постоянной, n_i – единичный вектор волновой нормали.

Коэффициенты электромеханической связи k^2 и углы отклонения потока энергии γ были определены по формулам [8].

Результаты моделирования для среза [100] монокристаллов представлены на рис. 1–3. Скорости ОАВ в иттриевом алюмоборате практически в два раза превышают соответствующие значения (продольные, быстрые и медленные сдвиговые) в лангасите. Для иттриевого алюмобората при $\varphi \cong 120^\circ$ наблюдаем дополнительную акустическую ось (рис. 1, а). КЭМС быстрой сдвиговой волны

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта «Электромеханические свойства и анизотропия распространения акустических волн в монокристаллах иттриевых алюмоборатов».

[†] © Турчин В.И., Юркевич С.В., 2019

в иттриевом алюмоборате больше, чем наблюдаемые в лангасите (рис. 2), углы отклонения потока энергии также больше в иттриевом алюмоборате (рис. 3).

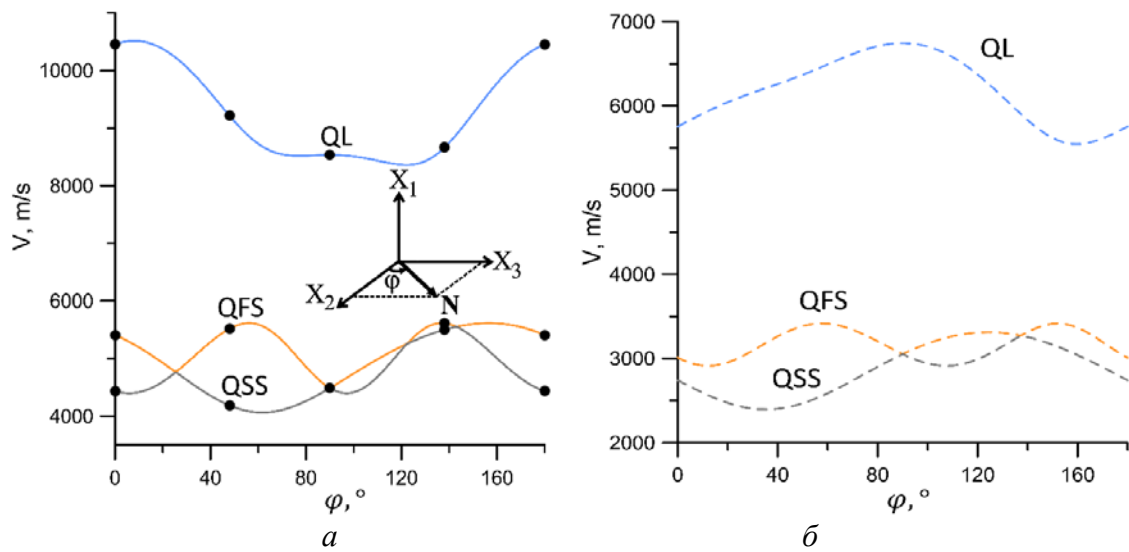


Рис. 1. Скорости ОАВ: $a - YAl_3(BO_3)_4$, точками отмечены экспериментальные значения; $b - La_3Ga_5SiO_{14}$

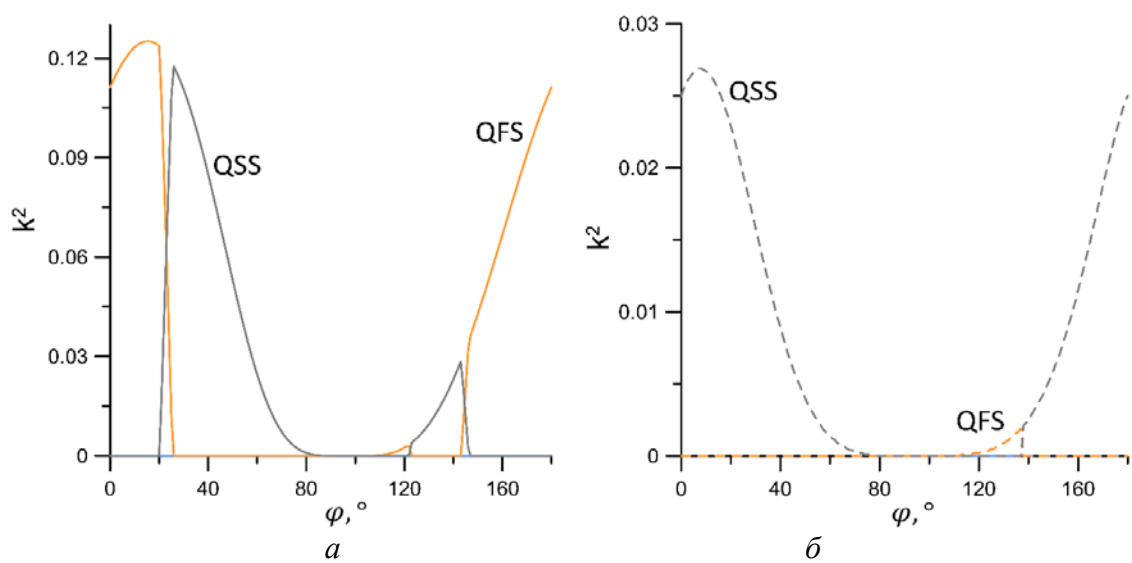


Рис. 2. Коэффициент электромеханической связи: $a - YAl_3(BO_3)_4$; $b - La_3Ga_5SiO_{14}$

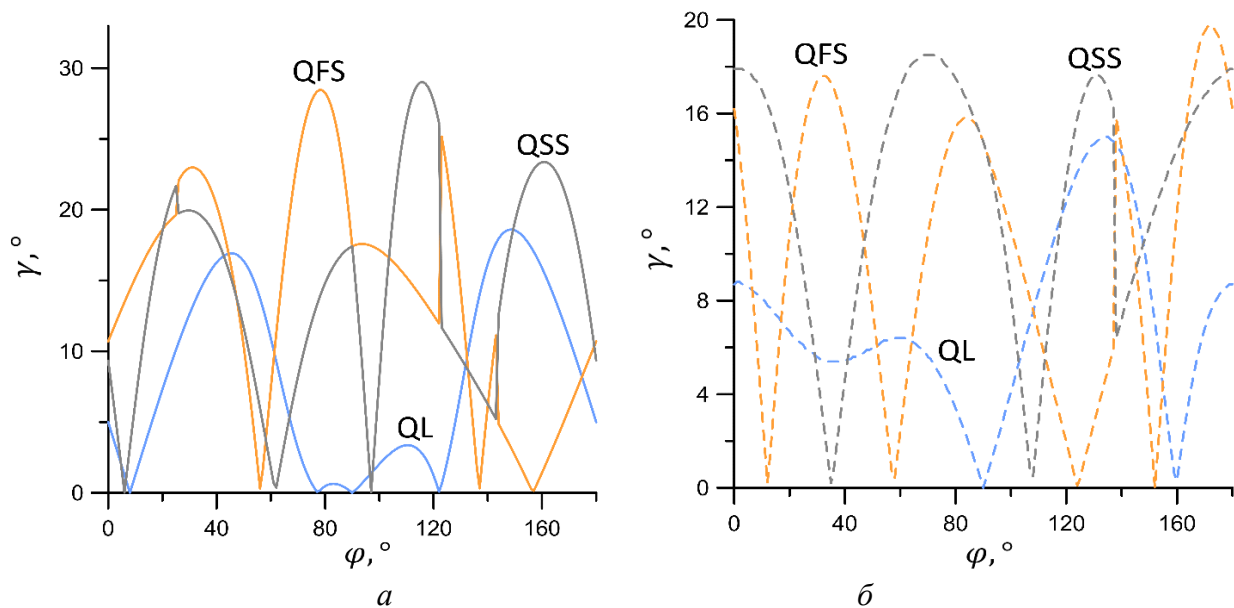


Рис. 3. Углы отклонения потока энергии от волновой нормали:
 $a - \text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$; $b - \text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$

Список литературы

1. Каминский А. А. Нелинейно активный материал $(\text{La}_{1-x}\text{Nd}_x)_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ // Изв. АН СССР. 1983. Т. 47. С. 1903–1909.
2. Zheng L. > 1 MW peak power at 266 nm in nonlinear $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$ (YAB) single crystal // Lasers and Electro-Optics (CLEO), 2015 Conference on. – IEEE, 2015. P. 1–2.
3. Kaminskii A. A. Investigation of trigonal $(\text{La}_{1-x}\text{Nd}_x)_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ crystals. (II Spectral laser and electromechanical properties) // Physica Status Solidi. 1983. Vol. 80. P. 607–620.
4. Ильяев А. В. Temperature Dependence of Electromechanical Properties of LGS Crystals // Physica Status Solidi. 1986. Vol. 98. P. 109–114.
5. Sorokin B. P., Turchin P. P., Burkov S. I., Glushkov D. A., Aleksandrov K. S. Influence of static electric field, mechanical pressure and temperature on the propagation of acoustic waves in $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$ piezoelectric single crystals // Proc. of 1996 IEEE Int. Frequency Control Symp. USA, Hawaii, Honolulu, 1996. P. 161–169.
6. Турчин П. П. [и др.] Упругие свойства монокристаллов $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$ // Всероссийская научно-техническая конференция «Современные проблемы радиоэлектроники». Красноярск, 2016. С. 587–590.
7. Дьелесан Э. Упругие волны в твердых телах. Применение для обработки сигналов. М. : Наука, 1982. 424 с.
8. Балакирев М. К. Волны в пьезокристаллах. Новосибирск : Наука, 1982. С. 30–32.

ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИЙ ОТКЛИК КОМПОЗИТНЫХ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК С КОНИЧЕСКИМИ ГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ*

К.А. Фейзер^{1†}

Научный руководитель М.Н. Крахалев²
кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник

¹Сибирский федеральный университет

²Институт физики им. Л.В. Киренского,
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»

Капсулированные полимером жидкие кристаллы (КПЖК) представляют собой микрокапсулы жидкого кристалла (ЖК), диспергированные в полимерную матрицу [1]. Оптические свойства таких ЖК-композитов зависят от ориентационной структуры поля директора (единичного вектора, ориентированного вдоль длинных осей молекул жидкого кристалла), формирующейся в каплях. Изменяя ориентационную структуру электрическим полем (эффект Фредерикса), можно управлять оптическими характеристиками всей КПЖК-пленки. Например, капли с биполярной конфигурацией под действием электрического поля ориентируются биполярной осью вдоль поля, в результате чего пленка переключается из рассеивающего состояния в прозрачное [2].

Ранее нами были получены КПЖК-пленки с коническими граничными условиями для ЖК (директор на межфазной границе капле ориентирован под углом 40° к нормали к поверхности). В этом случае в каплях формируется аксиал-биполярная конфигурация, характеризующаяся наличием двух точечных дефектов – буджумов (как у капли с биполярной ориентационной структурой) и кольцевым поверхностным дефектом [3, 4]. В исходном состоянии в таких композитных жидкокристаллических пленках биполярные оси капле произвольно ориентированы. Под действием электрического поля капли стремятся сориентироваться биполярной осью вдоль приложенного электрического поля, при этом для их переориентации требуются относительно малые управляющие поля [5].

В данной работе представлены результаты исследования электрооптического отклика КПЖК-пленок с каплями, имеющими аксиал-биполярную ориентационную структуру поля директора, в случае, когда электрическое поле приложено в плоскости пленки.

На рис. 1 представлены зависимости светопропускания $T_{\parallel,\perp}$ КПЖК-пленки поляризованных компонент лазерного излучения от величины приложенного электрического поля E . Пропускание определялось как $T_{\parallel,\perp} = (I_{\parallel,\perp}/I_0) \cdot 100\%$, где I_0 – интенсивность света, прошедшего через поляризатор в отсутствие образца,

* Исследование выполнено при поддержке РФФИ, Краевого фонда науки, Правительства Красноярского края (грант № 18-42-243006).

† © Фейзер К.А., 2019

$I_{\parallel,\perp}$ – интенсивность света, прошедшего последовательно через образец и поляризатор, в случае, когда поляризатор ориентирован параллельно (\parallel -компонента) и перпендикулярно (\perp -компонента) направлению приложенного электрического поля. Толщина исследуемой КПЖК-пленки составляла 15 мкм, при этом в исходном состоянии светопропускание обеих компонент составляло примерно 18 %. Приложение напряжения приводит к плавному уменьшению T_{\parallel} и росту T_{\perp} , наибольшая скорость которого наблюдается в диапазоне напряженности от 0,05 В/мкм до 0,15 В/мкм, в котором T_{\perp} увеличивается до 80 %, а T_{\parallel} уменьшается до 0,5 % (рис. 1, а). При этом коэффициент экстинкции $ER = T_{\perp} / T_{\parallel}$ увеличивается примерно до 160 (рис. 1, б). Дальнейшее увеличение поля приводит к росту T_{\perp} до 89 %, при этом наблюдается рост ER до значения 600 ($E = 0,4$ В/мкм). Времена включения τ_{on} пленки в зависимости от приложенного поля составляют 0,38 с при напряженности 0,23 В/мкм и 0,1 с при $E = 0,4$ В/мкм, а времена выключения τ_{off} 2,2 с ($E = 0,23$ В/мкм) и 4,5 с ($E = 0,4$ В/мкм).

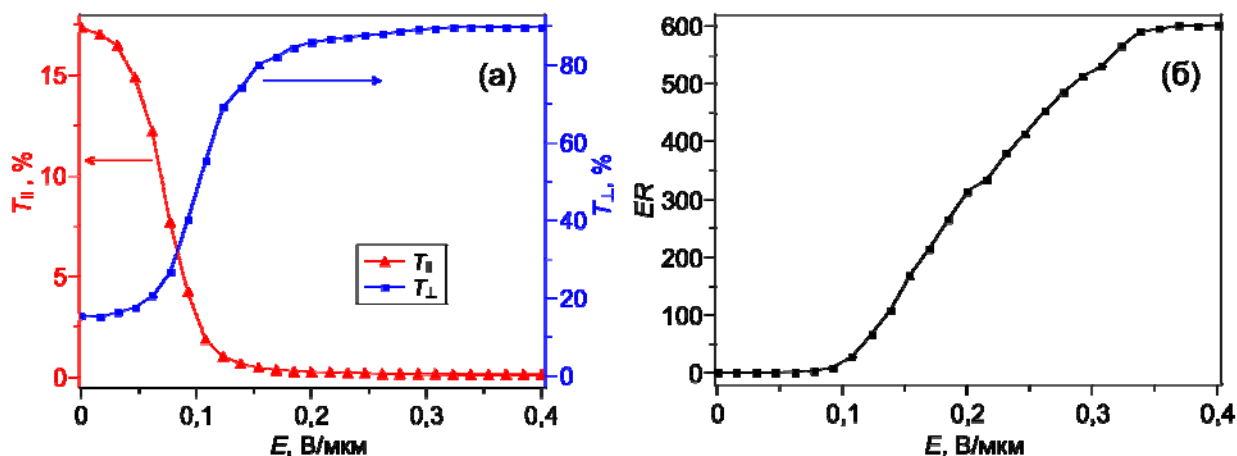


Рис. 1. Коэффициенты пропускания поляризованных компонент $T_{\parallel,\perp}$ (а) и экстинкции ER (б) лазерного излучения в зависимости от величины приложенного поля E

Такой характер электрооптического отклика КПЖК-пленки объясняется тем, что в исходном состоянии капли в образце ориентированы хаотично. В этом случае светопропускание пленки не зависит от поляризации падающего света, несмотря на то что рассеяние света на отдельной капле является поляризационно зависимым (рис. 2). Приложение электрического поля в плоскости пленки приводит к ориентации конфигураций капель ЖК биполярной осью вдоль электрического поля. В результате свет, поляризованный вдоль приложенного поля, рассеивается сильнее излучения, поляризованного перпендикулярно приложенному полю, при этом доля сориентированных капель ЖК зависит от величины приложенного поля. Исследуемая КПЖК-пленка имеет высокие коэффициенты пропускания T_{\perp} и экстинкции $ER = T_{\perp} / T_{\parallel}$. Это можно объяснить тем, что аксиал-биполярная структура имеет относительно однородную ориентацию директора и близкие значения показателей преломления полимер-

ной матрицы и обыкновенного показателя преломления ЖК. Как следствие, такие капли практически не рассеивают свет, поляризованный перпендикулярно биполярной оси (рис. 2, а), и, наоборот, сильно рассеивают свет, поляризованный параллельно биполярной оси (рис. 2, б).

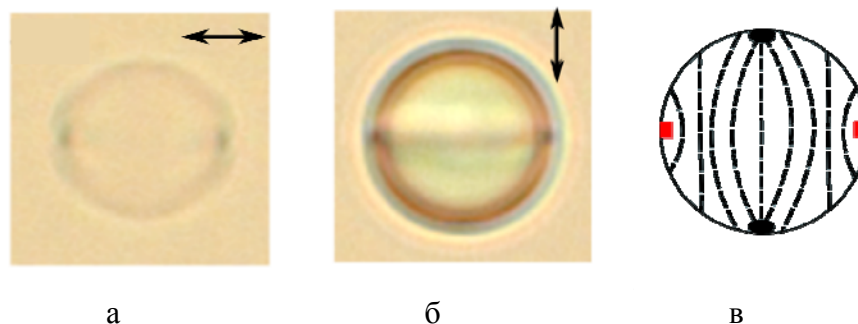


Рис. 2. Фотографии ЖК капли с аксиал-биполярной конфигурацией, сделанные в поляризованном свете, когда биполярная ось перпендикулярна (а), параллельна (б) направлению поляризатора и схема ориентационной структуры в центральном сечении (в). Диаметр капли 7,5 мкм

Относительно большие времена выключения объясняются тем, что аксиал-биполярная конфигурация имеет несколько стабильных ориентаций биполярных осей [3, 5]. Для уменьшения времени выключения нами был изменен метод изготовления КПЖК-пленок. Для этого была применена технология центрифугирования. Так, изготовленные по данной технологии пленки толщиной 7 мкм имели время выключения τ_{off} 0,9 с (0,15 В/мкм) и 1,2 с (0,4 В/мкм). При этом КПЖК-пленки имеют высокое светопропускание образца в исходном состоянии, что объясняется ориентацией большей части капель биполярной осью перпендикулярно плоскости пленки.

Таким образом, нами исследован электрооптический отклик КПЖК-пленок с коническими граничными условиями для ЖК. Такие пленки имеют высокие коэффициенты пропускания в прямом направлении для света, поляризованного перпендикулярно T_{\perp} приложенному полю, низкие управляющие поля и большие значения коэффициента экстинкции ER , что делает их перспективными для создания электрически управляемых поляризаторов.

Список литературы

1. Жаркова Г. М., Сонин А. С. Жидкокристаллические композиты // Наука. 1994. 214 с.
2. Drzaic P. S. Liquid crystal dispersions // World Scientific. 1995. 430 p.
3. Рудяк В. Ю., Крахалев М. Н., Прищепа О. О. [и др.] Ориентационные структуры в каплях нематика с коническими граничными условиями // Письма в ЖЭТФ. 2017. Т. 106. Вып. 6. С. 358–364.

4. Krakhalev M. N., Prishchepa O. O., Sutormin V. S. [et al.] Director configurations in nematic droplets with tilted surface anchoring // *Liquid Crystals*. 2017. Vol. 44. № 2. P. 355–363.

5. Rudyak V. Y., Krakhalev M. N., Prishchepa O. O. [et al.] Electrically induced structure transition in nematic liquid crystal droplets with conical boundary conditions // *Physical Review E*. 2017. T. 96. № 5. P. 052701.

МАГНИТНЫЕ И РЕЗОНАНСНЫЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОК В СИСТЕМЕ Fe-Bi

В.П. Фурдык*

Научный руководитель Г.С. Патрин
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Магнитные наноразмерные слоистые структуры с полуметаллической прослойкой являются слабо изученными объектами и представляют значительный интерес для физики конденсированного состояния. В этом направлении продолжаются работы (как в плане разработки технологии, так и в плане изучения фундаментальных свойств, в частности, влияния интерфейса на магнитные и транспортные свойства). В ряду полупроводниковых и полуметаллических элементов висмут выделяется тем, что он практически не образует химических соединений с 3d-металлами [1], что делает его удобным материалом при создании слоистых структур с резкой границей раздела. В зависимости от технологии получения получают либо твердые растворы при больших скоростях и высоких температурах напыления (пленки $\text{Fe}_x\text{Bi}_{1-x}$), либо пленочные структуры при малых скоростях напыления (Fe/Bi). В первом случае, как правило, реализуется магнитное состояние типа «спиновое стекло», а во втором случае спектр проявлений гораздо шире.

Пленки были получены методом термического испарения при базовом вакууме $P \sim 10^{-6}$ Тор. В качестве магнитного материала было выбрано железо в силу того, что в нашем случае легко контролировать образование метастабильных модификаций железа, чтобы не затушевывать межслоевое взаимодействие. Были синтезированы пленки Fe/Bi, Bi/Fe, Fe/Bi/Fe и реперная пленка Fe. Толщина железного слоя t_{Bi} составляла около 10 нм, а толщина висмутового слоя была 15 нм. В случае структуры Fe/Bi/Fe пленки имели различные толщины висмутовой прослойки.

Толщины слоев определялись методами рентгеновской спектроскопии. Электронно-микроскопические измерения показали, что слои являются сплошными по площади и их состав соответствует номинальному. Никаких следов наличия соединений 3d-металл–висмут не обнаружено [1]. Присутствие окислов железа также не обнаружено. Структура поверхности пленок исследовалась на атомном силовом микроскопе Veeco Multi Mode (разрешение 1 нм). Получено, что высота шероховатости поверхности не превышает 2,5 нм. Это значит, что при использованных толщинах немагнитной прослойки контактных «закороток» между соседними магнитными слоями быть не может. Намагниченность измерялась на СКВИД-установке MPMS-XL. Магнитное поле лежало в плоскости пленки.

* © Фурдык В.П., 2019

При магнитостатических измерениях в двухслойных пленках обнаружена зависимость коэрцитивной силы от очередности нанесения слоев висмута и железа (см. рис. 1).

Спектр магнитного резонанса (см. рис. 2) также зависит от порядка нанесения магнитного и немагнитного слоев и отличается от спектра для реперной пленки номинально чистого железа. Эти результаты связываются с появлением дополнительной магнитной анизотропии на интерфейсе Fe-Bi.

Кривая 3 на рис. 2 показывает, что при нанесении магнитного слоя поверх немагнитного слоя висмута появляется интерфейсная магнитная анизотропия. Таким образом, верхний и нижний (M_1) магнитные слои становятся неэквивалентными и в случае 3 верхний магнитный слой разбивается на два подслоя с намагниченностями M_2 и M_3 .

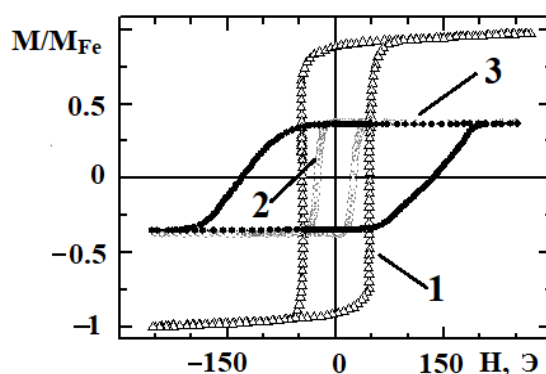


Рис. 1. Полевые зависимости намагниченности пленок: 1 – Fe/Fe, 2 – Fe/Bi, 3 – Bi/Fe. $T = 300$ К.

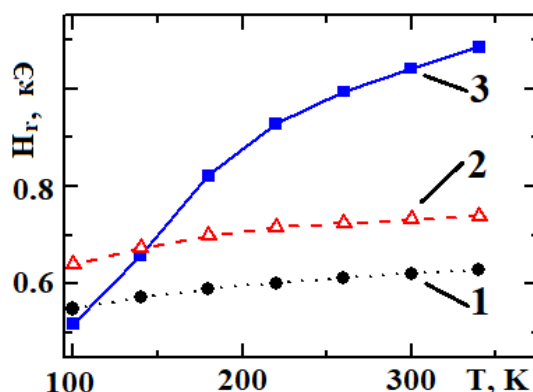


Рис. 2. Температурные зависимости резонансного поля пленок: 1 – Fe/Fe, 2 – Fe/Bi, 3 – Bi/Fe.

В случае трехслойных пленок Fe/Bi/Fe обнаружены зависимость коэрцитивной силы от толщины висмута и эффект обменного смещения, также зависящий от толщины немагнитной прослойки (см рис. 3). Температурные зависимости намагниченности, снятые в разных полях, также показывают необычное поведение. При охлаждении в слабом магнитном поле и дальнейшем измерении в поле возникает наведенная отрицательная намагниченность. Этот эффект свя-

зывается с образованием на интерфейсе сильно анизотропного подслоя, антиферромагнитно связанного со слоем железа и разделенного слоем висмута.

Полученные результаты можно интерпретировать следующим образом. При охлаждении в нулевом магнитном поле и магнитной анизотропии интерфейсной гранулярной подсистемы (M_2), превышающей по абсолютной величине отрицательное межслоевое взаимодействие через висмутовую прослойку, реализуется состояние типа обменного смещения. При этом анизотропная часть намагниченности гранулярной подсистемы в малых полях будет подмагничивать третий слой сильнее, чем магнитное поле намагничивает первый слой. В этом случае температура перехода через ноль намагниченности будет зависеть от магнитного поля в силу зависимости $M_1(H)$. Заметим, что для пленки с толщиной висмута $t_{\text{Bi}} = 3.5$ нм обмен между подсистемами M_1 и M_2 является ферромагнитным, и ситуация аналогична той, что наблюдается в двух фазных пленках кобальта [2] и никакого обменного смещения нет.

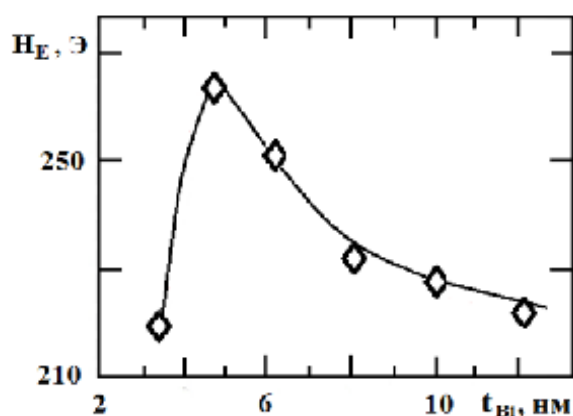


Рис. 3. Зависимость обменного смещения H_E от толщины немагнитной прослойки в пленках Fe/Bi/Fe при $T = 4,2$

Таким образом, в силу того, что висмут поверхностно активное вещество и на его реакционную способность влияет температура подложки, в приповерхностном слое реализуется подсистема сильно анизотропных наногранул железа. Как следствие этого реализуется фрустрированное состояние при наложении магнитного поля и возникает эффект обменного смещения.

Список литературы

1. Денисов В. М., Белоусова Н. В., Моисеев Г. С. [и др.] Висмут-содержащие материалы. Структура и физико-химические свойства. Екатеринбург : УрО РАН, 2000. 430 с.
2. Патрин Г. С., Трупанов И. А., Кобяков А. В. Синтез и магнитные состояния кобальта в трехслойных пленках Co/Ge/Co // Физика твердого тела. 2014. № 56. С. 302.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕЩЕСТВА В ОБЛАСТИ СЛИЯНИЯ ПОТОКОВ ПЛАЗМЫ кГц-ДИАПАЗОНА

Ю.Н. Чеботаева¹, Н.С. Николаев^{1,2*}

Научный руководитель Г.Н. Чурилов²
доктор технических наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт физики им. Л.В. Киренского
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»*

При высоких температурах происходит ионизация газов за счет столкновения быстро двигающихся молекул и атомов. Вещество переходит в состояние, которое называется плазмой. В технике плазма применяется в газоразрядных лампах, экранах и различных радиотехнических приборах, например, стабилизатора напряжения или генератора сверхвысокочастотного излучения. В науке низкотемпературная плазма часто используется для эмиссионной спектроскопии и плазмохимического синтеза.

В плазмохимическом синтезе используется низкотемпературная (4 000–8 000 К) плазма дугового, тлеющего, высоко- или сверхвысокочастотного разрядов с плазмообразующей средой из инертных и химически активных газов. Такие методы синтеза обеспечивают высокие скорости образования продуктов и конденсации соединения и отличаются достаточно высокой производительностью. Одной из проблем плазмохимического синтеза может быть неоднородное распределение вещества в плазме, что может сказаться на морфологии получаемых наночастиц со структурой «ядро-оболочка». Для того чтобы осуществить управляемый синтез, требуется знать это распределение. Поэтому задача данной работы состоит в установлении распределения вещества в объеме плазмы. Объектом исследования является двухструйный вихревой плазмотрон [1].

На рис. 1 представлено схематичное изображение двухструйного лабораторного генератора плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией. Дуговой разряд (1) осуществляется между двумя водоохлаждаемыми электродами (2). Один электрод был выполнен из меди, второй из никеля. Система стабилизации, состоящая из керамической камеры закрутки газа (3) и стабилизирующего соленоида (4), обеспечивает стабильное горения дугового разряда с увеличенным объемом плазмы. Тангенсальный ввод газа (5) в камеру (3) позволяет создать область пониженного давления, куда устремляется плазменный поток. Синфазное изменение тока в катушке (4) с питающим током разряда позволяет обеспечить постоянное во времени воздействие на плазменные потоки. В качестве плазмообразующего газа использовался аргон, а в качестве стабилизирующего – воздух.

* © Чеботаева Ю.Н., Николаев Н.С., 2019

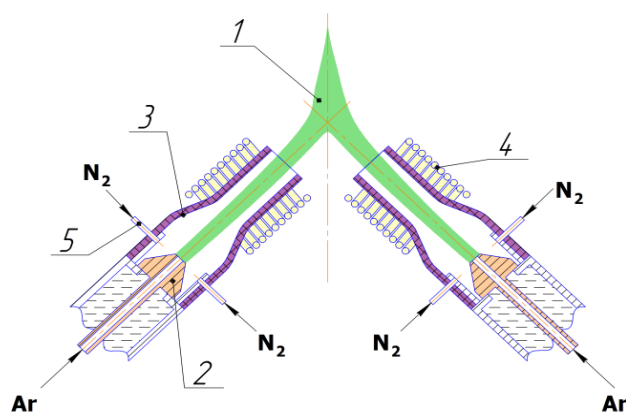


Рис. 1. Двуструйный плазматрон с магнитно-вихревой стабилизацией:
 1 – дуговой разряда; 2 – водоохлаждаемые электроды; 3 – керамическая камера закрутки газа; 4 – стабилизирующий соленоид; 5 – ввод для тангенсальной подачи изолирующего газа

Известно, что интенсивность спектральных линий линейно зависит от количества вещества в плазме. Измеряя относительную интенсивность спектральных линий в точках, можно установить пространственное распределение вещества в разрядном промежутке. В данной работе использовались линия для никеля 341,42 нм и зеленый спектр меди (510,5 нм; 515,3 нм; 521,8 нм).

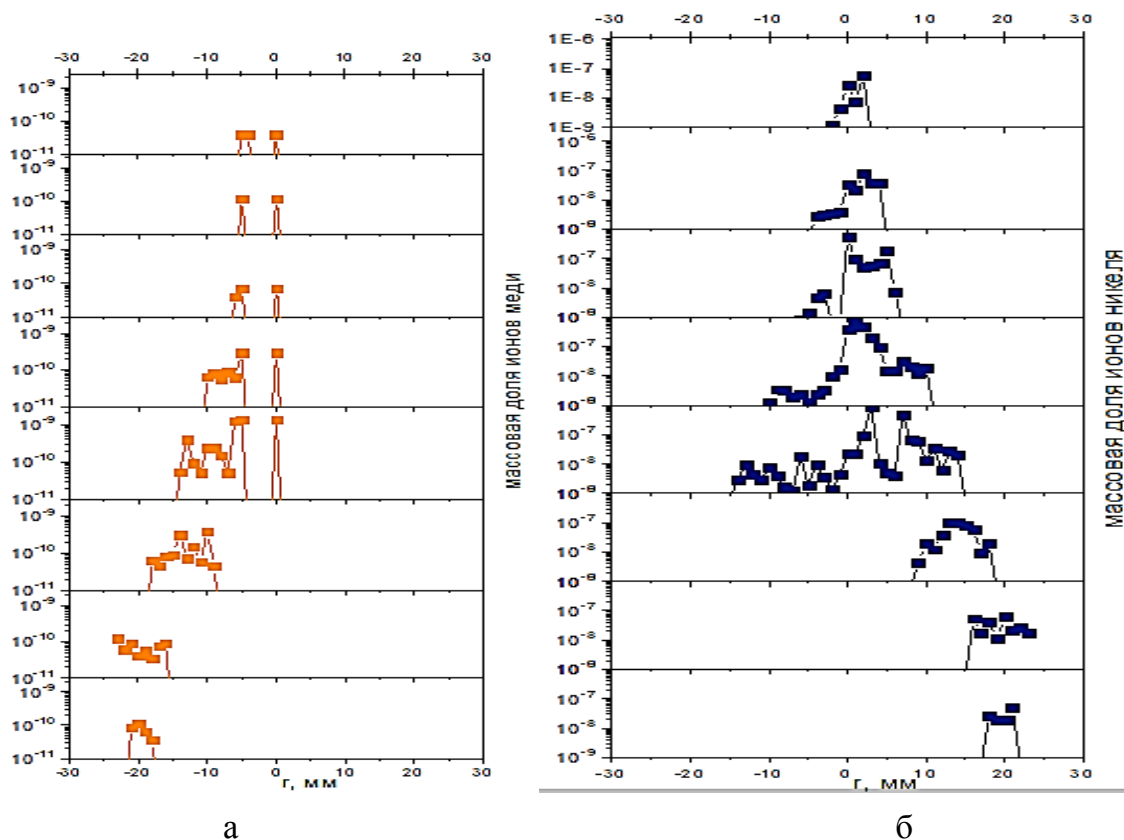


Рис. 2. Распределения массовой доли материалов электродов для: а – Cu; б – Ni

Как видно из рис. 2, а, массовая доля ионов меди в плазме дугового разряда двухструйного плазмотрона максимальна в центральной области от -10 до 10 мм и максимум достигает $(1,23 \pm 0,024) \cdot 10^{-9}$ кг. В остальных же областях значения массовой доли ионов лежат в пределах от $(6 \pm 0,12) \cdot 10^{-13}$ кг до $(4 \pm 0,08) \cdot 10^{-10}$ кг. По рис. 2, б для линии Ni видно, что массовая доля ионов максимальна так же как и для Cu лишь в центральной области от -10 до 1 мм, максимум достигает $(2,02 \pm 0,04) \cdot 10^{-7}$ кг. Значения массы в остальных областях для Ni лежат в пределах от $(5,5 \pm 0,11) \cdot 10^{-10}$ кг до $(10 \pm 0,2) \cdot 10^{-9}$ кг.

Таким образом, было установлено, что материалы электродов при плазмохимическом синтезе смешиваются только в центре разрядного промежутка. В данном промежутке наблюдается максимальная концентрация материалов электродов. Для синтеза частиц с гомогенным покрытием вещества из материала электрода необходимо, чтобы вводимые вещества проходили через область слияния материалов используемых электродов.

Список литературы

1. Чурилов Г. Н., Николаев Н. С., Шичалин К. В., Лопатин В. А. Генераторы плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией и возможности его применения // Письма в ЖТФ. 2019. Т. 45. Вып. 1. С. 42–45.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КАПЛИ ВОДЫ С УДАРНОЙ ВОЛНОЙ*

А.А. Шебелева[†]

Научный руководитель А.В. Минаков
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Важнейшая задача в изучении механизмов дробления жидкости – определение условий получения распылов с заданными размерами частиц – является актуальной для инженерной практики: двигателестроения, газотурбо- и ракетостроения, технологий нанесения покрытий, фармацевтики и ряда других. На сегодняшний день накоплен довольно обширный экспериментальный материал, касающийся процессов аэродинамического диспергирования жидкости [1, 2]. Большинство имеющихся данных по взаимодействию капли с газовым потоком получены в однородных течениях или в потоках за проходящими ударными волнами. При этом отмечается отсутствие систематических исследований поведения капель в практически важных до- и сверхзвуковых двухфазных струйных течениях, где капли подвергаются действию газового потока с резким изменением параметров. В связи с этим становится актуальной задача о разрушении капель в градиентных потоках с переменным действием аэродинамических сил на каплю.

Методика моделирования вторичного дробления капель основана на VOF-методе [3] для разрешения межфазной границы. Для моделирования поверхностного натяжения в рамках VOF метода используется CSF [4] алгоритм. Для моделирования турбулентности использовалась LES модель [5], согласно которой для описания турбулентных течений необходимо решение отфильтрованных уравнений Навье – Стокса и технологии адаптированных динамических сеток. Методика расчета и основные особенности численных исследований описаны в работах [6, 7]. Разностный аналог конвективно-диффузионных уравнений находился с помощью метода конечного объема для структурированных многоблочных сеток, при применении которого обеспечивалась консервативность полученной схемы. Для аппроксимации конвективных членов уравнений гидродинамики использовалась центрально-разностная схема второго порядка. Для аппроксимации нестационарных слагаемых уравнений гидродинамики применялась неявная схема первого порядка. Диффузионные потоки и источниковые члены аппроксимировались со вторым порядком точности. Связь между полями скорости и давления реализовывалась при помощи SIMPLEC процедуры на совмещенных сетках. Такой подход позволяет преодолеть трудности с разрешением подвижной межфазной границы раздела.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-38-00565.

[†] © Шебелева А.А., 2019

С помощью описанной выше методики проведено моделирование разрушения капли воды в потоке за ударной волной для числа Вебера $We = 750$. Расчетная область представляет собой параллелепипед с размерами $3 \times 3 \times 5$ см. На одной из граней параллелепипеда задавалось условие входа с фиксированным значением скорости, определяемым из значения числа Вебера. На остальных гранях расчетной области ставились условия свободного выхода. В начальный момент времени на расстоянии 5 мм от входа в расчетную область помещалась сферическая капля воды, на которую воздействует проходящая ударная волна, генерирующая воздушный поток.

Для расчета использовалась декартова равномерная расчетная сетка. Общая детализация исходной равномерной сетки составляла 6,5 млн узлов. Однако методические расчеты показали, что такой сетки недостаточно для разрешения границы раздела фаз образующихся мелких капель. Поэтому была применена технология градиентной адаптации расчетной сетки. С помощью данной технологии расчетная сетка в процессе расчета автоматически сгущается в области больших градиентов решения. В качестве управляющего параметра в данном случае был выбран градиент объемной доли жидкости. Ячейки в области высоких градиентов в четыре раза меньше, чем в исходной сетке. В итоге общее количество расчетных узлов в оптимизированной сетке в процессе расчета приближалось к 15 млн узлов. Применение такой детализированной сетки позволило разрешить вторичные капли размером до 20 мкм.

Физические свойства плотность и вязкость соответственно: вода – $998,2 \text{ кг/м}^3$, $1,003 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м} \cdot \text{сек}$; воздух – модель идеального газа, $1,789 \cdot 10^{-5} \text{ кг/м} \cdot \text{сек}$. Коэффициент поверхностного натяжения принимался равным $\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$. Вторичный распад капель однородных жидкостей происходит при воздействии на нее аэродинамической силы, превышающей силы поверхностного натяжения. Количественно соотношение этих сил определяется величиной критерия деформации – числа Вебера We .

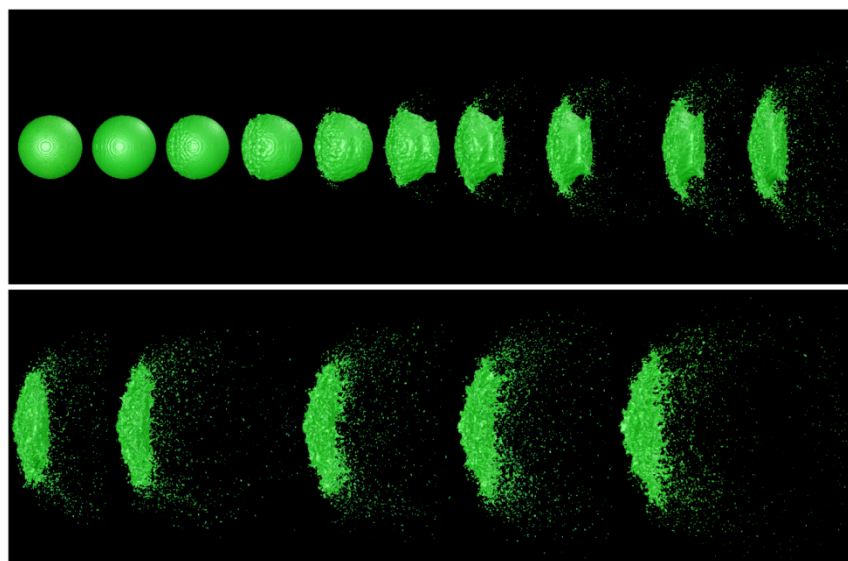


Рис. 1. Динамика развития разрушения капли воды при взаимодействии УВ для $We = 750$

На рис. 1 приведена динамика развития процесса, возникающего при взаимодействии УВ с каплей воды $d = 2,73$ мм. Скорость газового потока за ударной волной 112 м/с, это соответствует значению $We = 750$, при числе Маха ударной волны $Ms = 1,2$ и числе Маха потока $M = 0,3$. Интервал между кадрами 30 мкс. Ударная волна движется слева направо, деформируя каплю.

Поведение зависимости деформации капли от времени на начальной стадии взаимодействия с УВ – нелинейное, к началу разрушения (8 кадр) максимальная деформация $d/d_0 = 1,5$. Отсюда следует, что время индукции разрушения в данном случае примерно 240 мкс. На рис. 2 представлена зависимость от времени t отношения текущего диаметра капли к ее начальному диаметру (d/d_0). Для сравнения также приведены экспериментальные данные [1]. Как видно из графика, расчетные данные вполне удовлетворительно согласуются с результатами эксперимента.

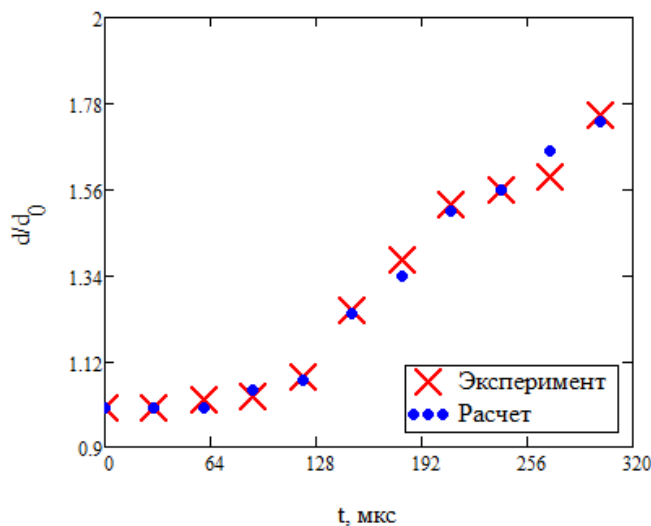


Рис. 2. Деформация капли воды $We = 750$

Проведено тестирование численной методики, основанной на VOF-методе для разрешения межфазной границы, LES модели для описания турбулентности и технологии адаптированных динамических сеток. Получено хорошее согласие с результатами эксперимента [1] по морфологии капли и времени индукции.

Список литературы

1. Бойко В. М., Поплавский С. М. К вопросу о динамике ускорения капли на ранней стадии скоростной релаксации в ударной волне // Физика горения и взрыва. 2009. Т. 45. № 2. С. 101–108.
2. Бойко В. М., Поплавский С. В. Динамика частиц и капель в потоке за ударной волной // МЖГ. 2007. № 3. С. 110–120.
3. Hirt C. W, Nichols B. D. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries // Journal of computational physics. 1981. № 39. P. 201–226.

4. Brackbill J. U., Kothe D. B., Zemach C. A. Continuum method for modeling surface tension // *J. Comput. Phys.* 1992. Vol. 100. P. 335–354.
5. Smagorinsky J. General Circulation Experiments with the Primitive Equations. I. The Basic Experiment // *Month. Wea. Rev.* 1963. Vol. 91. P. 99–164.
6. Minakov A. V., Shebeleva A. A., Chernetskii M. Yu, Strizhak P. A. Deformation of a Droplet of an Organic Water-Coal Fuel in a Gas Flow // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics* July 2018. Vol. 59. Issue 4. P. 653–661.
7. Shebeleva A. A., Minakov A. V., Lobasov A. V., Shebeleva A. A. Numerical modelling of destruction of a drop of non-Newtonian fluid in a gas flow // *EPJ Web of Conferences* 196. 00042 (2019) AVTFG2018. doi: <https://doi.org/10.1051/epjconf/20191960004214>.

ТЕМПЕРАТУРНО-ЗАВИСИМЫЕ ПЕРЕХОДЫ МЕЖДУ S_{\pm} И S_{++} СОСТОЯНИЯМИ В СВЕРХПРОВОДНИКАХ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА*

В.А. Шестаков[†]

Научный руководитель М.М. Коршунов
доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник

*Институт физики им. Л.В. Киренского
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»*

В двухзонной модели сверхпроводящих соединений железа изучена зависимость сверхпроводящих щелей как от наличия беспорядка, так и от температуры. В чистом пределе система находится в s_{\pm} состоянии, в котором знаки сверхпроводящих щелей в различных карманах поверхности Ферми различны. Рассеяние на немагнитных примесях приводит к смене знака меньшей щели, что приводит к переходу из s_{\pm} в s_{++} состояние, в котором знаки сверхпроводящих щелей одинаковы во всех карманах поверхности Ферми [1, 2]. Мы показали [3], что этот переход зависит от температуры, то есть существует определённая область на фазовой диаграмме «температура–беспорядок», в которой происходит этот переход. Существует узкий диапазон значений интенсивности рассеяния на примесях Γ_a , пропорциональной концентрации примесей [1, 2],

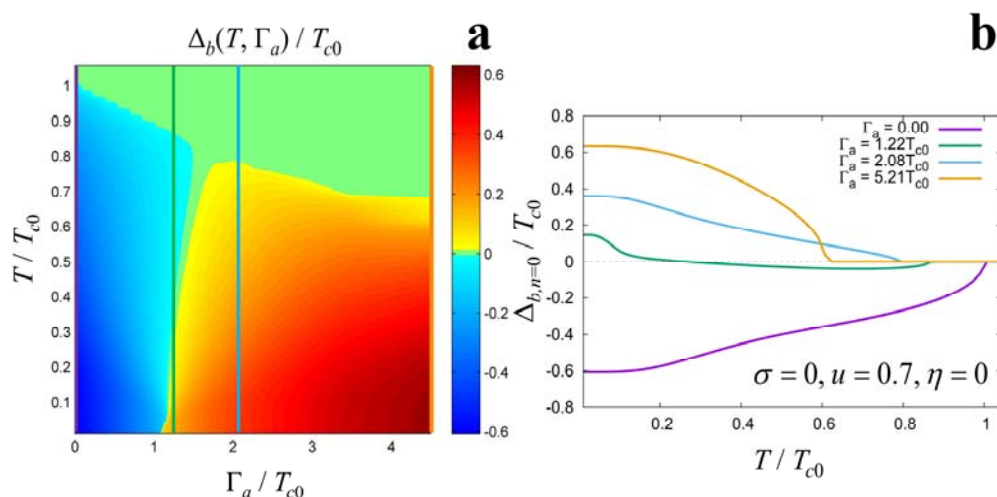


Рис. Зависимость малой щели при первой мацубаровской частоте $\Delta_{b,n=0}$ от интенсивности рассеяния на примесях Γ_a и температуры T в пределе слабого рассеивающего потенциала примеси (борновский предел [1, 2]). (а) фазовая диаграмма «температура–беспорядок», (б) температурная зависимость $\Delta_{b,n=0}$ для фиксированных значений Γ_a . Все величины даны в единицах критической температуры сверхпроводящего перехода в чистом пределе $T_{c0} = 40$ К

* Работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития теоретической и математической физики «Базис».

[†] © Шестаков В.А., 2019

для которых система, перейдя в s_{++} состояние при низких температурах, с повышением температуры возвращается в s_{\pm} состояние. С ростом Γ_a , температура $s_{++} \rightarrow s_{\pm}$ перехода смещается к критической температуре T_c , и в конечном итоге s_{++} состояние оказывается единственным для высоких концентраций примесей.

Список литературы

1. Efremov D. V. et al. Disorder-induced transition between s_{\pm} and s_{++} states in two-band superconductors // Phys. Rev. B. 2011. № 84. P. 180512-1–180512-4.
2. Коршунов М. М., Тогушова Ю. Н., Долгов О. В. Примеси в многозонных сверхпроводниках // Усп. физ. наук. 2016. Т. 186. №. 12. С. 1315–1347.
3. Shestakov V. A. et al. Temperature-dependent $s_{\pm} \leftrightarrow s_{++}$ transitions in the multiband Model for Fe-based superconductors with impurities // Symmetry. 2018. №10. P. 323–334.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ЧАСТИЦ С ДЕКОРИРОВАННОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ В ПОТОКЕ ПЛАЗМЫ КГЦ-ДИАПАЗОНА *

К.В. Шичалин¹, Н.С. Николаев^{1,2†}

Научный руководитель Г.Н. Чурилов^{1,2}
доктор технических наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт физики им. Л.В. Киренского*

ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»

На сегодняшний день актуальным является изучение композитных материалов, которые по отношению к обычным материалам обладают улучшенными характеристиками, такими как повышенная износостойкость и твердость, высокая теплопроводность.

Один из видов композитных материалов – это многокомпонентные системы, представляющие собой частицы одного материала покрытые оболочкой из другого материала. Такие системы одновременно объединяют характеристики и свойства, как оболочки, так и ядра, приводя, таким образом, к образованию порошков с уникальными свойствами. Порошки наночастиц со структурой ядро-оболочка нашли применение в науке и технике, в частности, как модификаторы ударной вязкости, функциональные поверхностные покрытия и т. д. [1].

Одним из способов получения порошка со структурой ядро-оболочка является плазмохимический синтез. Этот метод обеспечивает высокие скорости образования и конденсации веществ, то есть следует отметить, что высокая температура обеспечивает переход материалов в плазменное состояние с последующим их взаимодействием и конденсацией. К минусам этого метода можно отнести загрязнение синтезируемых или обрабатываемых материалов продуктами эрозии электродов и стенок разрядной камеры [2]. Поэтому нами был использован модифицированный метод испарения-конденсации, когда оболочкой является материал электродов в плазменном потоке.

Задача данной работы состояла в разработке методики покрытия частиц оксидов другим металлом, на примере оксида алюминия, покрытого медью.

Была разработана и изготовлена установка для плазмохимического синтеза. Данная установка использует плазмотрон, описанный ранее [3] (рис. 1).

Был получен порошок оксида алюминия, частицы которого были покрыты материалом электрода – медью. Рентгенограммы полученного порошка представлены на рис. 2.

* Работа выполнена при поддержке и на оборудовании Центра коллективного пользования КНЦ СО РАН. Авторы выражают благодарность Осиповой И. В. и Немцеву И. В.

† © Шичалин К.В., Николаев Н.С., 2019

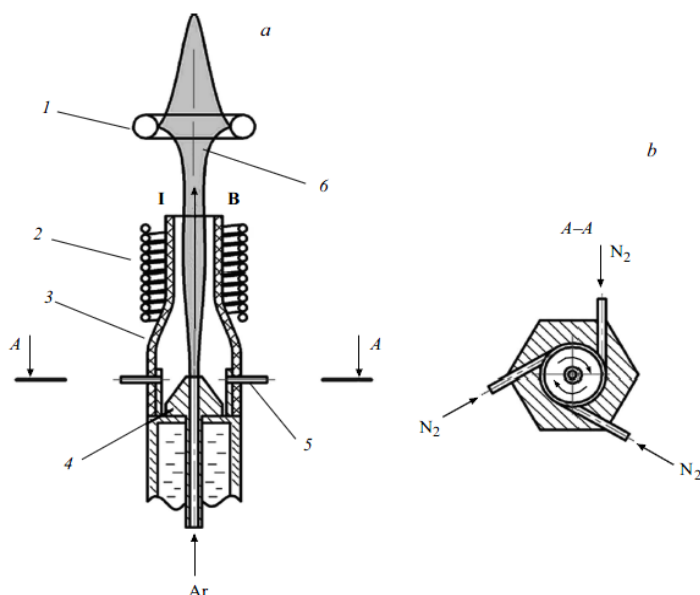


Рис. 1. Конструкция генератора плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией разряда:
a – вертикальное сечение, вектор указывает на направление тока *I* и магнитной индукции *B* в катушке (направление тока и магнитной индукции совпадает);
b – горизонтальное сечение со схемой подачи стабилизирующего газа

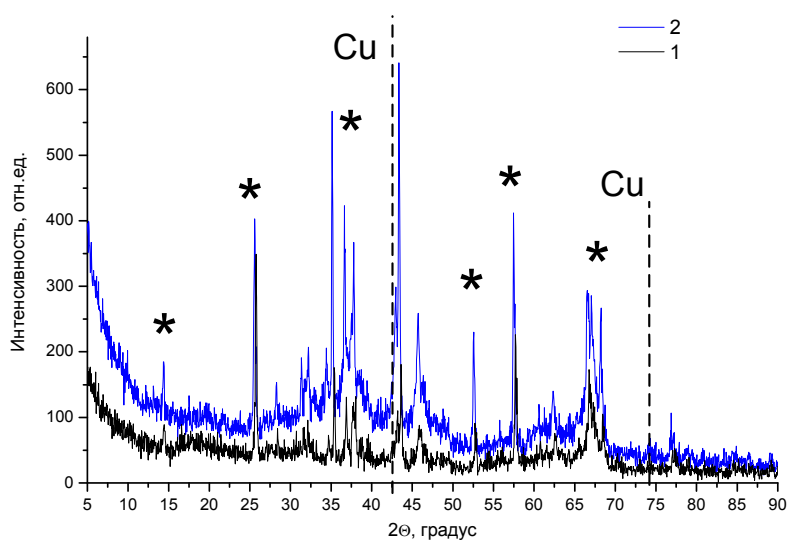


Рис. 2. Рентгенограмма образцов исходного Al_2O_3 (1) и $\text{Al}_2\text{O}_3@\text{Cu}$ (2) после синтеза. Информация получена на приборе ДРОН-4

Как видно из рис. 2, пики, обозначенные «*», принадлежат фазам Al_2O_3 . Данные пики уширяются фазами кристаллической меди, обозначенными пунктирной линией. Несмотря на то, что синтез проводился в воздушной атмосфере, медь в ходе напыления не окислилась.

Была сделана микрофотография частиц порошка с помощью сканирующего электронного микроскопа. Как видно из рис. 3, поверхность оксида алюминия декорируется материалом электрода. На микроразмерных частицах оксида алюминия конденсируются кластеры меди с характерным размером 50–

70 нм. Наблюдая морфологию поверхности можно сделать вывод, что декорирование поверхности происходит не равномерно.

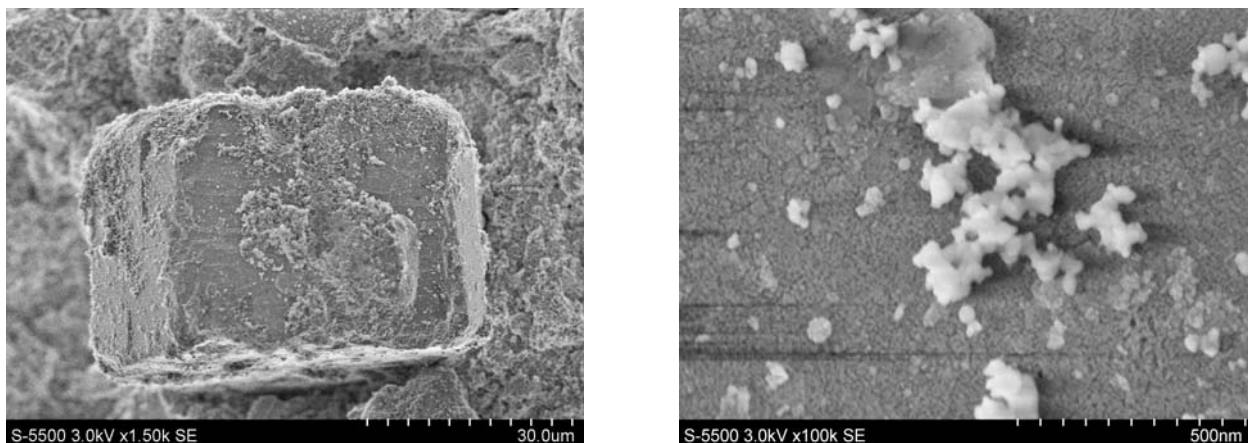


Рис. 3. Микрофотография порошка оксида алюминия с оболочкой меди. Выполнено на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-5500 в ЦКП КНЦ ФИЦ СО РАН

Таким образом, в работе показана методика покрытия микроскопических частиц наноразмерными кластерами материала электрода, на примере Al_2O_3 , покрытого медью. В результате частицы оксида алюминия с характерным размером 60 мкм имеют поверхность, декорированную наноразмерными кластерами (размер 50–70 нм) кристаллической меди. В дальнейшем с помощью данной методики планируется произвести синтез для получения тройной структуры частиц порошка Ni-C-Pd.

Список литературы

1. Падалка В. Г., Толоч В. Т., Методы плазменной технологии высоких энергий // Атомная энергия. 1978. Т. 44. С. 476–477.
2. Дудник Е. В., Зайцева З. А., Шевченко А. В. [и др.] Методы получения дисперсных порошков на основе диоксида циркония // Порошковая металлургия. 1993. № 7. С. 24–30.
3. Чурилов Г. Н., Николаев Н. С., Шичалин К. В., Лопатин В. А. Генераторы плазмы с магнитно-вихревой стабилизацией и возможности его применения // Письма в ЖТФ. 2019. Т. 45. Вып. 1.

Фундаментальная математика

О ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ РЕШЕНИЯХ РАЗНОСТНЫХ УРАВНЕНИЙ

А.А. Григорьев*

Научный руководитель Е.К. Лейнартас
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Для заданной функции $\varphi(t) = \varphi(t_1, \dots, t_n)$ рассмотрим задачу отыскания суммы ее значений по всем целочисленным точкам n -мерного параллелепипеда с «переменной» вершиной $x \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$

$$\Pi(x) = \{t \in \mathbb{R}_{\geq}^n : 0 \leq t_j \leq x_j, j = 1, \dots, n\}.$$

$$S(x) = \sum_{t_1=0}^{x_1} \cdots \sum_{t_n=0}^{x_n} \varphi(t_1, \dots, t_n) = \sum_{0 \leq t \leq x} \varphi(t). \quad (1)$$

$$P(\delta)f(x) = \varphi(x), x \in \mathbb{Z}_{\geq}^n. \quad (2)$$

$$\pi_j x := (x_1, \dots, x_{j-1}, 0, x_{j+1}, \dots, x_n).$$

Искомую сумму можно записать следующим образом:

Решение задачи суммирования состоит в том, чтобы найти формулу, выражающую сумму (1) через не зависящее от x (конечное) число слагаемых.

На комплекснозначных функциях $f(x)$ целочисленных аргументов $x = (x_1, \dots, x_n)$ определим оператор δ_j сдвига по j -й переменной $\delta_j f(x) = f(x_1, \dots, x_{j-1}, x_j + 1, x_{j+1}, \dots, x_n)$, $\delta_j^{\alpha_j} = \underbrace{\delta_j \circ \dots \circ \delta_j}_{\alpha_j}$, δ_j^0 – тождественный оператор.

Обозначим $P(\delta) = \sum_{\omega \in \Omega} c_{\omega} \delta^{\omega}$ – полиномиальный разностный оператор с постоянными коэффициентами c_{ω} , $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n) \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$, $\delta^{\omega} = \delta_1^{\omega_1} \dots \delta_n^{\omega_n}$. Здесь Ω – конечное множество точек из \mathbb{Z}_{\geq}^n .

Разностное уравнение относительно неизвестной функции $f(x)$ записывается следующим образом/

Для любой точки x определим оператор проекции π_j вдоль оси x_j :
и определим его действие на функциях: $\pi_j f(x) := f(\pi_j x)$.

Пусть ν – множество всех 2^n наборов

$$J = (j_1, \dots, j_k), j_1, \dots, j_k \in \{1, \dots, n\},$$

* © Григорьев А.А., 2019

включая и пустое множество. Если обозначить $\pi_J = \pi_{j_1} \circ \dots \circ \pi_{j_k}$, то множество вершин параллелепипеда можно записать в виде $\{\pi_J x, J \in \nu\}$. Отметим, что $\pi_\emptyset x = x$.

Опишем класс разностных операторов, позволяющих решить задачу суммирования.

Теорема 1. Если в уравнении (2) оператор $P(\delta)$ имеет вид

$$P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1),$$

где $R(\delta)$ – полином, то сумма (1) выражается через значения решения $f(x)$ разностного уравнения (2) в вершинах параллелепипеда $\Pi(x+I)$, а именно:

$$S(x) = R(\delta) \sum_{J \in \nu} (-1)^{\#J} f(\pi_J(x+I)),$$

где $\#J$ – число элементов множества J , $I = (1, \dots, 1)$.

Определение. Полиномиальный разностный оператор $P(\delta)$ назовем *оператором, обладающим суммирующим эффектом*, если существует решение $f(x)$ уравнения (2), такое что сумма (1) выражается через значения $f(x)$ в конечном и не зависящем от $x = (x_1, \dots, x_n)$ числе точек.

Заметим, что в теореме 1 нахождение значения суммы (1) сводится к вычислению значений функции $f(x)$ в вершинах параллелепипеда $\Pi(x+I)$, число которых равно 2^n .

Легко увидеть, что полиномиальный разностный оператор $P(\delta)$ вида

$$P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1)^{k_j},$$

является оператором, обладающим суммирующим эффектом.

Таким образом, учитывая теорему 1, для решения задачи суммирования для заданной функции $\varphi(x)$ важно уметь находить решение $f(x)$ разностного уравнения вида

$$P(\delta)f(x) = \varphi(x),$$

где оператор $P(\delta)$ обладает суммирующим эффектом.

При решении задачи суммирования в случае одного переменного важную роль играют числа и многочлены Бернулли. Многочлены Бернулли возникают как решения неоднородного разностного уравнения с полиномиальной правой частью [1, 2]. Некоторые обобщения чисел и многочленов Бернулли рассматриваются в работах [3, 4].

Естественным образом возникает вопрос о полиномиальных решениях многомерного уравнения (2), когда правая часть – полином.

Теорема 2. Пусть $P(\delta) = \sum_{\omega \in \Omega} c_{\omega} \delta^{\omega}$ – полиномиальный разностный оператор с постоянными коэффициентами c_{ω} , $\omega = (\omega_1, \dots, \omega_n) \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$, $\delta^{\omega} = \delta_1^{\omega_1} \dots \delta_n^{\omega_n}$, Ω – конечное множество точек из \mathbb{Z}_{\geq}^n . Если $P(\delta)$ обладает суммирующим эффектом, то множество полиномиальных решений уравнения

$$P(\delta)f(x) = x^{\mu}, \quad x, \mu \in \mathbb{Z}_{\geq}^n$$

описывается полиномами вида

$$f(x) = \sum_{0 \leq m \leq \mu} \frac{\tilde{b}_m}{m!} \frac{\mu^{(m)} x^{\mu+k-m}}{(\mu+k-m)^{(k)}} + \sum_{i=1}^n \sum_{m_i=1}^{k_i} x_i^{k_i-m_i} q_{m_i}(x_1, \dots, [i], \dots, x_n),$$

где \tilde{b}_m – обобщенные числа Бернулли, q_{m_i} – произвольные полиномы $(n-1)$ -й переменной $x_1, \dots, [i], \dots, x_n$.

Замечание 1. Здесь $k = (k_1, \dots, k_n)$ определяется из разложения $P(\delta) = R(\delta) \prod_{j=1}^n (\delta_j - 1)^{k_j}$, где $R(I) \neq 0$.

Замечание 2. Символом $\mu^{(m)}$ обозначается обобщенная степень: $\mu^{(m)} = \mu(\mu-1)(\mu-2) \dots (\mu-(m-1))$

Список литературы

1. Гельфонд А. О. Исчисление конечных разностей. М. : Наука, 1967.
2. Ландо С. К. Лекции о производящих функциях. 3-е изд., испр. М. : МЦНМО, 2007.
3. Shishkina O. A. Multidimensional Analog of the Bernoulli Polynomials and its Properties // Journal of Siberian Federal University, Mathematics & Physics. – 2016. V. 9(3). P. 376–384.
4. Temme N. M. Bernoulli polynomials old and new: Generalization and asymptotics // CWI Quarterly. 1995. V. 8(1). P. 47–66.

О НЕСТАНДАРТНЫХ МНОГОМЕРНЫХ ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ ЗАДАЧАХ

М.Е. Дураков^{*}

Научный руководитель А.К. Цих
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Аннотация. Большинство стандартных одномерных интерполяционных задач базируется на идее интерполяционного многочлена Лагранжа. В работе [1] в одномерном случае была рассмотрена интерполяционная задача, в которой по набору корней с кратностями $(w_j, \mu_j), j=1, \dots, m$ восстанавливается функция $f(z)$ со свойством

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=0}^{\mu_j-1} a_{j,k} f^{(k)}(w_j) = c,$$

где коэффициенты $a_{j,k}$ и c заданы. В докладе будет обсуждаться аналогичная многомерная задача, предложенная в [2]. Для ее решения применяется теория многомерных вычетов Гротендика и интегральная формула Вейля.

Список литературы

1. Alpay D., Jorgensen P., Lewkowicz I., Volok D. A new realization of rational functions, with applications to linear combination interpolation, the Cuntz relations and kernel decompositions. *Complex Var. Elliptic Equ.*, 61(1): 42 – 54, 2016.
2. Alpay D., Yger A. About a non-standard interpolation problem. arXiv: 1705.05349 v1, 2017.

^{*} © Дураков М.Е., 2019

**ПОРОЖДЕНИЕ $PSL_n(q)$ ТРЕМЯ
СОПРЯЖЕННЫМИ ИНВОЛЮЦИЯМИ,
ДВЕ ИЗ КОТОРЫХ ПЕРЕСТАНОВОЧНЫ**

И.Ю. Ефимов*

Научный руководитель Я.Н. Нужин
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В 1999 г. Я. Н. Нужин записал в Коуровской тетради следующий вопрос [1, вопрос 14.69].

Для каждой конечной простой неабелевой группы найти минимум числа порождающих инволюций, удовлетворяющих дополнительному условию, в каждом из следующих случаев.

- а) Произведение порождающих инволюций равно 1.*
- б) Все порождающие инволюции сопряжены.*
- в) Выполняются одновременно свойства а), б).*
- г) Все порождающие инволюции сопряжены и две из них перестановочны.*

В 2009 г. Дж. М. Уорд показал в своей диссертации [2], что группы $PSL_n(q)$, $n > 3$, для нечетного $q \neq 9$, а при $n = 6$ дополнительно $q = 1 \pmod{4}$, порождаются тремя сопряженными инволюциями, две из которых перестановочны, причем их произведение так же сопряжено с этими инволюциями. Из этого следует положительный ответ для этих групп на вопрос в). Используя свой метод [3–5] выбора порождающих множеств в группах лиева типа над конечными полями и результаты В. М. Левчука [6, 7], Я. Н. Нужин заметил, что порождающие тройки инволюций из работы Дж. М. Уорда годятся и для $q = 9$ при $n = 4, 5$. Автором получен утвердительный ответ на вопрос в) для $n = 8$ с использованием порождающих инволюций, частично отличных от предложенных Дж. М. Уордом.

Элемент конечного поля называется собственным, если он не лежит в собственном подполе данного поля. Доказана.

Теорема 1. Пусть $GF(q)$ – поле из q элементов, причем q – нечетное, t и t^2 – собственные элементы этого поля, тогда $SL_8(q)$ порождается следующими тремя сопряженными инволюциями.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}, \quad c = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & t & 0 & 0 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

* © Ефимов И.Ю., 2019

Более того, инволюции a, b перестановочны, и их произведение ab сопряжено с a, b и c .

Доказательство. Элементы a, b, c – инволюции с собственными значениями $\{1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1\}$, а следовательно, лежат в одном классе сопряженности. Перестановочность a, b очевидна, собственные значения для ab равны $\{1, 1, 1, 1, -1, -1, -1, -1\}$, из чего следует сопряженность с a, b, c .

Обозначим $M = \langle a, b, c \rangle$, $d_{i_1 i_2 \dots i_s}$ – диагональная матрица со значениями -1 в (i_j, i_j) позициях, и значениями 1 в остальных позициях диагонали. Положим также

$$n_{i, i+1} = E_{i-1} \oplus \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \oplus E_{7-i}, \quad 1 \leq i \leq 7.$$

Вычисления показывают, что

$$(bc)^4 = t_{84}(-4t).$$

Тогда в силу нечетности характеристики основного поля $t_{84}(t) \in M$. Теперь

$$t_{84}(2t) \cdot (bc)^2 = d_{123567} \cdot t_{87}(-2). \quad (1)$$

Дальнейшие вычисления показывают, что $t_{i, i+1}(t), t_{i+1, i}(t) \in M$, $1 \leq i \leq 7$, из чего в силу леммы 2 из [4] следует включение мономиальных элементов

$$n_{12}, n_{23}, n_{34}, n_{45}, n_{56}, n_{67}, n_{78} \in M.$$

Таким образом, имеем, что

$$\langle n_{12}, n_{23}, n_{34}, n_{45}, n_{56}, n_{67}, n_{78}, t_{12}(t), t_{21}(t) \rangle \subseteq M.$$

В силу предложения на стр. 80 из [4] данная подгруппа совпадает с $SL_8(q)$, а значит

$$\langle a, b, c \rangle = M = SL_8(q).$$

Теорема доказана.

Следствие. *Группа $PSL_8(q)$ порождается тремя сопряженными инволюциями, две из которых перестановочны, и их произведение сопряжено с данными тремя инволюциями.*

Действительно, $PSL_8(q)$, являясь гомоморфным образом $SL_8(q)$, будет порождаться образами элементов a, b, c . Полученный результат дает ответ на указанный выше вопрос в) для группы $PSL_8(q)$ при $q = 9$, для которого ответ в работе [2] не дается.

Сейчас рассматривается возможность доказательства аналогичной теоремы для $n = 4k$ с помощью порождающих элементов, выбранных аналогичным способом. Также изучается возможность применения данного метода для доказательства с применением порождающих элементов не из $SL_6(q)$, а непосредственно из $PSL_6(q)$, что, возможно, позволит преодолеть ограничение $q = 1 \pmod{4}$ из работы [2].

Список литературы

1. Коуровская тетрадь. Нерешенные вопросы теории групп. Изд. 17-е, доп., Ин-т математики СО РАН, Новосибирск, 2010. URL: <http://math.nsc.ru/alglog/17kt.pdf>.
2. Ward J. M. Generation of simple groups by conjugate involutions, Queen Mary college, University of London, Thesis of Doctor of Philosophy, 2009.
3. Нужин Я. Н. Порождающие множества элементов групп Шевалле над конечным полем // Алгебра и логика. 1989. Т. 28, № 6. С. 670–686.
4. Нужин Я. Н. Порождающие элементы групп лиева типа над конечным полем нечетной характеристики. I // Алгебра и логика. 1997. Т. 36, № 1. С. 77–96.
5. Нужин Я. Н. Порождающие элементы групп лиева типа над конечным полем нечетной характеристики. II // Алгебра и логика, 1997. Т. 36, № 4. С. 422–440.
6. Левчук В. М. Замечание к теореме Л. Диксона // Алгебра и логика. 1983. Т. 22, № 4. С. 421–434.
7. Левчук В. М. О порождающих множествах корневых элементов групп Шевалле над полем // Алгебра и логика. 1983. Т. 22, № 5. С. 504–517.

О ФОРМУЛАХ КАРЛЕМАНОВСКОГО ТИПА ДЛЯ РЕШЕНИЙ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

И.А. Куриленко^{*}

Научный руководитель А.А. Шлапунов
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Как хорошо известно, наряду с задачей восстановления голоморфной функции в некоторой области по ее значениям на границе рассматривается задача о восстановлении голоморфной функции в области по значениям на некотором подмножестве границы области. Для решения этой задачи используются интегральные представления, именуемые формулами Карлемана, в честь Т. Карлемана, которому принадлежат первые результаты в направлении решения такой задачи. Его идеи развивали такие математики, как Г. М. Голузин, В. И. Крылов, М. М. Лаврентьев, А. М. Кытманов и Л. А. Айзенберг. Интерес последнего (см. [1, 4]) к формулам Карлемана возрос после выхода книги М. М. Лаврентьева, В. Г. Романова и С. П. Шипатского по некорректным задачам анализа и математической физики (см. [5]).

В настоящей статье мы применяем метод интегральных представлений к исследованию некорректной задачи Коши для уравнения теплопроводности. Мы используем формулу Грина для восстановления вещественнозначной функции, удовлетворяющей уравнению теплопроводности в цилиндрической области, по заданным значениям функции и её нормальной производной на части боковой поверхности цилиндрической области. Мы показываем, что поставленная задача является некорректной в анизотропных пространствах Соболева и Гёльдера. В итоге нами получены теоремы существования и единственности решения для этой задачи Коши, а также критерий её разрешимости и формула Карлемановского типа для её решения.

Пусть Ω – ограниченная область в линейном пространстве \mathbb{R}^n с кусочно-гладкой границей $\partial\Omega$. Пусть также $\Omega_T = \Omega \times (0, T)$ – цилиндрическая область ($T > 0$), а $\Gamma_T = \Gamma \times (0, T)$ – часть боковой поверхности цилиндрической области, где $\Gamma \subset \partial\Omega$ непустое связное подмножество границы.

Далее, функцию $u(x, t)$, определенную на множестве $M_T = M \times [0, T] \subset \mathbb{R}^{n+1}$, назовем анизотропно непрерывной по Гёльдеру с показателем $0 < \lambda < 1$ на M_T , если существует $C > 0$ такая, что:

$$\langle u \rangle_{\lambda, M_T} = \sup_{t \in [0, T]} \langle u(\cdot, t) \rangle_{\lambda, M} + \sup_{x \in M} \langle u(x, \cdot) \rangle_{\lambda/2, [0, T]} \leq C,$$

где

^{*} © Куриленко И.А., 2019

$$\langle u \rangle_{\lambda, M} = \sup_{x, y \in M, x \neq y} \frac{|u(x) - u(y)|}{|x - y|^\lambda}$$

Через $C^{2s+k, s, \lambda, \lambda/2}((\Omega \cup \Gamma)_T)$ обозначим пространство всех анизотропно непрерывных по Гёльдеру функций со показателем λ над каждым компактным подмножеством $(\Omega \cup \Gamma)_T$, вместе со всеми своими частными производными $\partial_x^{\alpha+\beta} \partial_t^j$, где $|\beta| \leq k, |\alpha| + 2j \leq 2s$. Пространство $C^{2s+k, s, \lambda, \lambda/2}(\bar{\Omega})$ банахово по норме:

$$\|u\|_{C^{2s+k, s, \lambda, \lambda/2}(\bar{\Omega})} = \sum_{|\beta| \leq k} \sum_{|\alpha| + 2j \leq 2s} \left(\max_{(x,t) \in \Omega_T} |\partial_x^{\alpha+\beta} \partial_t^j u(x,t)| + \langle \partial_x^{\alpha+\beta} \partial_t^j u \rangle_{\lambda, \bar{\Omega}_T} \right)$$

Далее, для того чтобы привлечь методы Гильбертовых пространств, нам необходимы анизотропные (параболические) пространства Соболева $H^{2s, s}(\Omega_T)$, $s \in \mathbb{Z}_+$. Это пространство состоит из измеримых функций u в Ω_T , таких, что их обобщенные производные $\partial_x^\alpha \partial_t^j u \in L^2(\Omega_T)$. Это пространство является Гильбертовым со скалярным произведением:

$$(u, v)_{H^{2s, s}(\Omega_T)} = \sum_{|\alpha| + 2j \leq 2s} \int_{\Omega_T} \partial_x^\alpha \partial_t^j v(x,t) \partial_x^\alpha \partial_t^j u(x,t) dx dt.$$

Задача 1

Пусть заданы функции $u_1 \in C^{1,0}(\bar{\Gamma}_T), u_2 \in C(\bar{\Gamma}_T), f \in C(\bar{\Omega}_T)$. Требуется найти функцию $u \in C^{2,1}(\Omega_T) \cap C^{1,0}((\Omega \cup \Gamma)_T)$, которая удовлетворяет уравнению теплопроводности:

$$\mathcal{L}u = f \text{ в } \Omega_T,$$

где $\mathcal{L} = \partial_t - \mu \Delta_x$ – оператор теплопроводности; и граничным условиям

$$u(x,t) = u_1(x,t) \text{ на } \bar{\Gamma}_T, \quad \partial_\nu u(x,t) = u_2(x,t) \text{ на } \bar{\Gamma}_T.$$

Эта задача описывает ситуацию, когда по некоторым причинам в каждый момент времени только часть боковой поверхности цилиндрической области доступна для измерения. Нетрудно показать, что эта задача является некорректной.

Известно, что если поверхность Γ и данные задачи вещественно аналитичны, то из теоремы Коши – Ковалевской следует, что задача имеет одно и только одно решение в классе степенных рядов. Однако из этой теоремы не следует даже существование решений поставленной нами задачи, так как теорема даёт решение только в некоторой окрестности поверхности Γ_T , но не во всей области Ω_T . Мы доказываем, что наша задача не может иметь более одного решения в пространстве дифференцируемых функций (неаналитических) функций.

Решение поставленной нами задачи можно получить, используя теорию потенциалов, то есть получить интегральное представление (формулу Грина) для решения задачи.

Далее, используя интегральное представление решения, мы доказываем теорему единственности для решения поставленной задачи.

Теорема единственности

Если Γ имеет хотя бы одну внутреннюю точку (в топологии, индуцируемой $\partial\Omega$), то задача 1 имеет не более одного решения.

Далее, для доказательства критерия разрешимости поставленной задачи, как и прежде, предполагаем, что Γ является открытым связным множеством в $\partial\Omega$. Тогда мы можем найти множество $\Omega^+ \subset \mathbb{R}^n$ таким образом, чтобы множество $D = \Omega^+ \cup \Gamma \cup \Omega$ было бы ограниченным множеством с кусочно-гладкой границей.

Следующая теорема является аналогом теоремы Айзенберга – Кытманова, которая описывает условия разрешимости задачи Коши для системы Коши – Римана.

Теорема 2 (Критерий разрешимости)

Пусть $\lambda \in (0,1)$, $\partial\Omega$ принадлежит $C^{1+\lambda}$ и пусть Γ открытое связное множество в $\partial\Omega$. Если $f \in C^{0,0,\lambda,\lambda/2}(\overline{\Omega_T})$, $u_1 \in C^{1,0,\lambda,\lambda/2}(\overline{\Gamma_T})$, $u_2 \in C^{0,0,\lambda,\lambda/2}(\overline{\Gamma_T})$ тогда Задача 1 имеет решение в пространстве $C^{2,1,\lambda,\lambda/2}(\Omega_T) \cap C^{1,0,\lambda,\lambda/2}(\Omega_T \cup \Gamma_T)$ тогда и только тогда, когда существует функция $F \in C^\infty(D_T)$ удовлетворяющая следующим условиям:

- 1) $\mathcal{L}F = 0$ в D_T ,
- 2) $F = G_{\Omega,0}(f) + V_{\overline{\Gamma},0}(u_2) + W_{\overline{\Gamma},0}(u_1)$ в Ω_T^+ .

В ходе доказательства этой теоремы получена формула для решения задачи Коши:

$$U = \mathcal{F} - F,$$

где \mathcal{F} – сумма объемного потенциала, потенциалов простого и двойного слоя.

Далее ясно, что если мы сможем найти продолжение F суммы потенциалов \mathcal{F} с Ω^+ на D_T в виде ряда по некоторым специальным функциям, или в виде предела интеграла, зависящего от параметра, тогда мы получим формулу Карлемановского типа для решения Задачи 1. Простейшие формулы этого типа для системы Коши-Римана были построены Голузиным и Крыловым для областей, называемых лунками. Айзенберг и Кытманов дополнили формулу Голузина – Крылова критерием разрешимости задачи Коши для голоморфных функций в лунках на основе формулы Коши – Адамара для степенных рядов. Мы использовали этот подход для случая одномерной задачи. Для этого мы ввели ядра Карлемана и доказали критерий разрешимости одномерной задачи в терминах коэффициентов Тейлора функции F на основе формулы Коши – Адамара:

Следствие 1. Пусть $n = 1$, $\alpha > 0$, $\Omega = (\alpha, 1)$ и $D = (-1, 1)$. В условиях теоремы 2 задача имеет решение в пространстве $C^{2,1,\lambda,\lambda/2}(\Omega_T) \cap C^{1,0,\lambda,\lambda/2}(\Omega_T \cup \Gamma_T)$ тогда и только тогда, когда:

$$\limsup_{k \rightarrow \infty} (|c_k(t)|)^{1/k} \leq 1 \text{ для каждого } t \in (0, T)$$

где $c_k(t)$ – коэффициенты Тейлора функции $F(x, t)$ по переменной x в нуле при фиксированном значении $t \in (0, T)$.

Кроме того, при доказательстве этого следствия мы получили интегральное представление решения $u(x, t)$ и коэффициентов тейлора $c_k(t)$.

В многомерном случае ситуация меняется из-за устройства многомерной формулы Коши – Адамара для кратных степенных рядов. Вместо этого, для многомерной системы Коши – Римана Айзенберг и Кытманов (см. [1]) предложили использовать теорию Гильбертовых пространств и так называемые базисы со свойством двойной ортогональности (см. также [3]).

Далее, мы показываем существование таких базисов и описываем способ построения базисов с двойной ортогональностью, связанных с Задачей 1. Окончательно, с использованием базисов с двойной ортогональностью был доказан критерий разрешимости Задачи 1.

Список литературы

1. Aizenberg L. A., Kytmanov A. M. On the possibility of holomorphic continuation to a domain of functions given on a part of its boundary, *Matem. sb.*, **182** (1991), N. 5, P. 490–597.

2. Puzyrev R.E., Shlapunov A.A., On an ill-Posed problem for the heat equation, *J. Sib. Fed. Univ., Math. and Physics*, **5:3** (2012), 337-348.

3. Tarkhanov N., *The Cauchy problem for solutions of elliptic equations*, Berlin: Akademie-Verlag, 1995.

4. Aizenberg L.A., *Carleman formulas in complex analysis. First applications*, Novosibirsk : Nauka, 1990 (Russian). English transl. in Kluwer Ac. Publ., Dordrecht, 1993

5. Lavrent'ev M.M., Romanov V.G., Shishatskii S.P., *Ill-posed problems of mathematical physics and analysis*. M. : Nauka, 1980.

О ВЫЧИСЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТЕПЕНЕЙ КОММУТАТОРОВ В СОБИРАТЕЛЬНОЙ ФОРМУЛЕ ХОЛЛА

В.М. Леонтьев*

Научный руководитель С.Г. Колесников
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Мы продолжаем наши исследования (см, например, [1–3]), связанные с вычислением показателей степеней коммутаторов в собирательной формуле Холла [4]. Напомним, что эта формула выражает элемент $(xy)^n$ произвольной группы G через x^n , y^n , и коммутаторы от x и y , записанные в порядке возрастания весов, причем показатели степеней этих коммутаторов могут быть представлены целочисленными полиномами от n с нулевым свободным членом. В связи с различными исследованиями в теории групп ведется поиск явного вида этих показателей, а также собирательных формул холловского типа (в них коммутаторы не обязательно упорядочены по весу) в явном виде при некоторых ограничениях на группу G (см., например, [5–7]).

Автором разработан комбинаторный аппарат, позволивший эффективно вычислить в явном виде показатели степеней коммутаторов в собирательной формуле Холла как в известных случаях, так и в некоторых ранее неизвестных. Как следствие, получены собирательные формулы холловского типа в явном виде для следующих случаев:

- 1) G разрешима степени 2;
- 2) коммутант G нильпотентен степени 2, элемент y коммутирует с любым элементом коммутанта;
- 3) коммутант G нильпотентен степени 2;
- 4) G разрешима степени 3.

Отметим, что в случаях 1–3 показатели степеней коммутаторов, входящих в собирательные формулы, удалось найти в форме целочисленных полиномов от n .

Список литературы

1. Леонтьев В. М. Собирательные формулы холловского типа // Проспект Свободный – 2018 [Электронный ресурс] : материалы Международной студенческой конференции, Красноярск, 23–27 апреля 2018 г. С. 699–700.
2. Leontiev V. M. On Divisibility of Some Sums of Binomial Coefficients Arising From Collection Formulas // Журнал СФУ. Математика и физика. 2018. Т. 11, № 5 P. 603–614.
3. Egorychev G. P., Kolesnikov S. G., Leontiev V. M. Two collection formulas // Международная алгебраическая конференция, посвященная 110-летию со дня

* © Леонтьев В.М., 2019

рождения профессора А. Г. Куроша. Тезисы докладов. М. : Издательство МГУ. 2018. С. 232–235.

4. Hall P. A contribution to the theory of groups of prime-power order // Proc. London Math. Soc. 1932. Vol. 1, № 36. P. 29–95.

5. Krause E. On the collection process // Proc. Amer. Math. Soc. 1964. Vol. 3, № 15 P. 497–504.

6. Холл М. Теория групп. М. : ИЛ, 1962. 468 с.

7. Скопин А. И. Тождество Якоби и собирательная формула Ф. Холла в трансметабелевых группах двух типов // Зап. научн. сем. ЛОМИ. 1989. Т. 175. С. 59–63.

ПРИМЕР НЕУПРОЩАЕМОГО ТРИЖДЫ ВЛОЖЕННОГО ВЕЩЕСТВЕННОГО РАДИКАЛА

Н.Н. Мутовин^{*}

Научный руководитель Н.Н. Осипов
доктор физико-математических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В данной работе рассматривается конкретный пример трижды вложенного вещественного радикала и доказывается, что этот радикал неупрощаем:

$$\gamma = \sqrt{\sqrt[3]{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{283}{108}}} + \sqrt[3]{\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{283}{108}}}}.$$

Этот результат в дальнейшем будет использоваться при построении корректного доказательства неупрощаемости некоторого четырёхжды вложенного вещественного радикала, а именно, корня уравнения

$$x^4 - x - 1 = 0. \tag{1}$$

Соответствующая формула для x может быть получена *методом Феррари* [2]:

$$x = \frac{\gamma \pm \sqrt{-\gamma^2 + 2/\gamma}}{2}.$$

Доказательство неупрощаемости x мы надеемся получить на основе теории упрощения трижды вложенных вещественных радикалов, предложенной в статье [1].

Цель работы – дать математически строгое доказательство неупрощаемости трижды вложенного радикала γ . Под *неупрощаемостью* понимается невозможность записать данный радикал с помощью комбинации радикалов меньшего уровня вложенности. Под радикалом подразумевается *вещественный* радикал (то есть имеющий значение в поле вещественных чисел). *Комбинация* радикалов – это алгебраическое выражение, полученное из рациональных чисел \mathbb{Q} с помощью пяти действий (сумма, разность, умножение, деление и извлечение корня любой степени).

Применяемые методы. Нам понадобится решать системы полиномиальных уравнений над полем рациональных чисел \mathbb{Q} и его *конечными расширениями*. Для этого мы привлекаем теорию *базисов Грёбнера*, а также алгоритм Бухбергера, который позволяет находить базисы Грёбнера (подробное изложе-

^{*} © Мутовин Н.Н., 2019

ние см. в книге [3]). В реализованном виде алгоритм Бухбергера присутствует во многих *системах компьютерной алгебры* (см., например, пакет Groebner в СКА Maple [4]). Помимо вышеперечисленных теории и алгоритма, будем использовать возможность точного решения уравнений с одним неизвестным над полем Q либо над каким-нибудь его конечным расширением (на основе алгоритма, уже встроенного в Maple). Стратегия доказательства – такая же, как в примере 4 из статьи [1].

Определение. Пусть P – некоторое вещественное поле. Символом $R(P)$ обозначается расширение поля P , полученное присоединением к P всех вещественных радикалов над P .

Доказательство неупрощаемости радикала γ можно разбить на два этапа.

Первый этап состоит в проверке того, что число

$$\beta = \sqrt[3]{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{283}{108}}}$$

является кубическим (обычным, не вложенным) радикалом над $R(Q)$. Для этого

нужно рассмотреть числа $\theta = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{283}{108}}$ и $\theta / \sqrt{\frac{283}{108}} = 1 + 54\sqrt{\frac{283}{108}}$ и показать, что они

не являются *почти кубами* в $Q\left(\sqrt{\frac{283}{108}}\right)$ над Q (см. соответствующее определение

в статье [1]). Мы должны проверить невозможность следующих двух равенств:

$\theta = c\left(a + b\sqrt{\frac{283}{108}}\right)^3$ и $\frac{\theta}{\sqrt{\frac{283}{108}}} = c\left(a + b\sqrt{\frac{283}{108}}\right)^3$, где $a, b, c \in Q$. Для этого составляются

соответствующие системы уравнений на гипотетические коэффициенты. Эти системы состоят из двух уравнений относительно трёх неизвестных коэффициентов. Затем с помощью замены неизвестных делается переход к одному уравнению с одним неизвестным. Для числа θ соответствующее уравнение имеет вид

$$1 + \frac{849}{108}t^2 - \frac{1}{2}t^3 - \frac{849}{216}t = 0,$$

а для числа $\theta / \sqrt{\frac{283}{108}}$ – $1 + \frac{849}{108}t^2 - \frac{283}{54}t^3 - \frac{240267}{5832}t = 0$.

С помощью Maple доказывается, что каждое из этих уравнений не имеет рациональных корней. Итак, согласно теории из статьи [1], доказано, что число β есть кубический радикал над $R(Q)$.

Второй этап состоит в рассмотрении непосредственно числа γ . Сначала выразим γ через β :

$$\gamma = \sqrt{\beta - \frac{4}{3\theta}\beta^2}.$$

Наша цель – доказать, что число γ является квадратным радикалом над $R(R(Q))$. Для этого необходимо рассмотреть числа $\theta_2 = \beta - \frac{4}{3\theta}\beta^2$, $\theta_2 / \beta = 1 - \frac{4}{3\theta}\beta$, $\theta_2 / \beta^2 = \frac{\beta^2}{\theta} - \frac{4}{3\theta}$ и показать, что все они не являются почти квадратами в $R(Q)(\beta)$ над $R(Q)$. Иными словами, нужно доказать, что следующие равенства невозможны:

$$\theta_2 = c(a + b\beta + d\beta^2)^2, \quad \theta_2 / \beta = c(a + b\beta + d\beta^2)^2, \quad \theta_2 / \beta^2 = c(a + b\beta + d\beta^2)^2,$$

где $a, b, c, d \in R(Q)$. Покажем, как это можно сделать в случае с первым равенством. Составляем систему из трёх уравнений с четырьмя неизвестными коэффициентами. Затем переходим к системе из двух уравнений с двумя (новыми) неизвестными. Решаем эту систему в Maple. В итоге получим уравнение с одним неизвестным:

$$2875095 - 55647\sqrt{849} + 33554432x_2^4 + 45023232x_2^3 + \\ + (331776\sqrt{849} - 17141760)x_2 = 0.$$

Мы должны доказать, что это уравнение не имеет корней в $R(Q)$. Это самое технически сложное место в доказательстве, которое можно преодолеть с помощью алгоритма из статьи [1]. Из-за громоздкости промежуточных выражений мы опускаем соответствующие вычисления.

Заключение. В работе разобрано доказательство неупрощаемости трижды вложенного вещественного радикала на конкретном примере. Отметим необходимость использования СКА Maple, без которой реализация вычислений на самом последнем шаге была бы затруднительной. Сам результат носит промежуточный характер, так как основная цель состоит в доказательстве неупрощаемости корня уравнения (1).

Список литературы

1. Осипов Н. Н. Об упрощении вложенных вещественных радикалов // Программирование. 1997. № 3. С. 31–35.
2. Гашков С. Б. Современная элементарная алгебра в задачах и решениях. М. : МЦНМО. 2006.
3. Аржанцев И. В. Базисы Грёбнера и системы алгебраических уравнений. МЦНМО. М., 2003. С. 26–46.
4. <https://www.maplesoft.com>.

НЕФИНИТАРНЫЕ ОБОБЩЕНИЯ НИЛЬТРЕУГОЛЬНЫХ ПОДАЛГЕБР АЛГЕБР ШЕВАЛЛЕ

Е.А. Сотникова*

Научный руководитель В.М. Левчук
доктор физико-математических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Введение. Нашей целью является построение нефинитарных обобщений нильтреугольных подалгебр $N\Phi(K)$ алгебр Шевалле над полем K , ассоциированных с системой корней Φ , и унипотентных подгрупп $U\Phi(K)$ групп Шевалле типа Φ над K , а также исследование их автоморфизмов. Нефинитарные обобщения унитреугольных групп $UT(n, K)$ над полем K изучались в ряде работ R. Slovák начиная с 2009 г. В [1] начато исследование нефинитарных обобщений алгебр и колец $NT(n, K)$ нильтреугольных $n \times n$ матриц.

§1. Представление алгебр $N\Phi(K)$ и нефинитарные обобщения

Алгебра $N\Phi(K)$ типа A_{n-1} представляется алгеброй Ли, ассоциированной с алгеброй $NT(n, K)$ нильтреугольных $n \times n$ матриц. Алгебра Ли $N\Phi(K)$ классического типа представлена в [2] алгеброй с базой из "матричных единиц" e_{iv} с ограничениями на индексы

$$\begin{aligned} 1 \leq v < i \leq n, & \quad -i < v < i \leq n, \\ -i \leq v < i \leq n, v \neq 0, & \quad 1 \leq |v| < i \leq n, \end{aligned}$$

соответственно типам A_{n-1}, B_n, C_n и D_n . Каждый элемент $a \in N\Phi(K)$ представим суммой

$\alpha = \sum a_{iv} e_{iv}$ и Φ^+ - матрицей $\|a_{iv}\|$ соответствующего типа. По теореме Шевалле

о базисе, $e_{ij} * e_{uv} = 0$ при $i \neq v, j \neq u, j \neq -v$. В силу [2, Лемма 1,1], верна

Лемма 1. Знаки структурных констант базиса Шевалле можно выбрать так, что $e_{ij} * e_{jv} = e_{iv}$ и, кроме того,

$$\Phi = B_n, D_n: \quad e_{jv} * e_{i,-v} = e_{i,-j} (i > j > |v| > 0)$$

$$\Phi = C_n: \quad e_{jm} * e_{i,-m} = e_{im} * e_{j,-m} = e_{i,-j} (i > j > m \geq 1)$$

$$\Phi = B_n: e_{i0} * e_{j0} = 2e_{i,-j}, \Phi = C_n: e_{ij} * e_{i,-j} = 2e_{i,-i} (i > j \geq 1).$$

Для построения (нефинитарной) алгебры $NG(\Gamma, K)$ типа $G = B_\Gamma, C_\Gamma$ и D_Γ выберем цепь Γ неотрицательных целых чисел для типа B_Γ и $\Gamma = \{1, 2, \dots, n, \dots\}$ для типов C_Γ и D_Γ . Тогда $' : i' = -i (i \in \Gamma)$ есть изометрия цепи Γ в цепь целых

* © Сотникова Е.А., 2019

чисел и пересечение $\Gamma' \cap \Gamma$ пусто для типов C_Γ и D_Γ , а для типа B_Γ совпадает с $\{0\}$. Полагая $\tilde{\Gamma} = \Gamma' \cup \Gamma$, элементами K -модуля $NG(\Gamma, K)$ типа $G = B_\Gamma$ и D_Γ будем считать бесконечные линейные комбинации $\alpha = \sum a_{iv}e_{iv}$ матричных единиц из $\{e_{im} \mid i \in \Gamma, m \in \tilde{\Gamma}, i' < m < i\}$.

Элемент α можем представлять и G -матрицей $\alpha = \|a_{iv}\|$. Аналогично определяем K -модуль $NC_\Gamma(K)$, то здесь матричные единицы выбираем из $\{e_{im} \mid i \in \Gamma, m \in \tilde{\Gamma}, i' \leq m < i\}$. Умножение матричных единиц во всех случаях определяем по Лемме 1.

Полученное множество $NG(\Gamma, K)$ является K -модулем относительно естественных линейных операций (сложение по-координатное). Формулы умножения матриц корректно обобщаются, поскольку каждая строка в любой матрице из K -модуля $NG(\Gamma, K)$ имеет конечное число ненулевых элементов. Таким образом, K -модуль $NG(\Gamma, K)$ превращается в (нефинитарную) алгебру Ли.

§2. Обобщения унипотентных подгрупп групп Шевалле

Финитарные обобщения унипотентных групп $UG(K)$ классических типов (по аналогии с обобщениями унитарных групп) рассматривались в [3]. Они представляются как присоединенные группы на финитарных алгебрах $NG(K)$ типа B_Γ, D_Γ и C_Γ .

Подгруппа $U\Phi(K)$ тесно связана с подалгеброй $N\Phi(K)$ с базисом e_r ($r \in \Phi^+$) алгебры Шевалле типа Φ над K [4, § 4,4]. Далее используем каноническое разложение [4, теорема 5,3,3], [5, лемма 18]: *Всякий элемент α группы, $U\Phi(K)$ однозначно представляется в виде произведения корневых элементов $x_r(t_r)$, $r \in \Phi^+$, расположенных соответственно фиксированному (произвольно) упорядочению корней.* Положим

$$\pi(\alpha) = \sum_{r \in \Phi^+} t_r e_r, \quad \alpha \circ \beta = \pi(\pi^{-1}(\alpha)\pi^{-1}(\beta)), \quad (\alpha, \beta \in U\Phi(K)).$$

Тогда π есть изоморфизм унипотентной подгруппы $U\Phi(K)$ группы Шевалле на присоединенную группу $(N\Phi(K), \circ)$.

При построении финитарных обобщений унипотентных подгрупп как присоединенных групп финитарных алгебр $NG(K)$ учитываем порождаемость последних элементарными элементами. Основные соотношения в этих терминах ранее были выписаны [3].

Теорема 1. *Всякое соотношение в присоединенной группе $\langle NG(K), \circ \rangle$ типа $G = B_\Gamma, C_\Gamma$ или D_Γ есть следствие соотношений в K и, следующих соотношений:*

$$\begin{aligned} x e_{iv} \circ y e_{iv} &= (x + y) e_{iv}; \\ [x e_{ik}, y e_{jt}] &= 0, \quad j \neq k, i \neq t, t \neq k'; \\ [x e_{ij}, y e_{jv}] &= x y e_{iv}, \quad v \neq 0, v \neq j'; \end{aligned}$$

$$G = B_\Gamma, D_\Gamma: [xe_{jv}, ye_{iv'}] = \begin{cases} xye_{ij'}, & i > j, v \neq 0 \\ 0, & i = j; \end{cases}$$

$$G = B_\Gamma: [xe_{ij}, ye_{j0}] = xye_{i0} + xy^2e_{ij'}, [xe_{i0}, ye_{j0}] = 2xye_{ij'};$$

$$G = C_\Gamma: [xe_{ik}, ye_{jk'}] = [xe_{jk}, ye_{ik'}] = xye_{ij'}, i > j > k \in \Gamma,$$

$$[xe_{ij}, ye_{jj'}] = xye_{ij'} - x^2ye_{ii'}, [xe_{ij}, ye_{ij'}] = 2xye_{ii'}, i > j \in \Gamma.$$

Нефинитарные обобщения типа $G = B_\Gamma, D_\Gamma$ и C_Γ здесь получаем как присоединенные группы нефинитарных алгебр Ли $NG(K, \circ)$, где $\alpha \circ \beta = \gamma = \|c_{ij}\|$, ($\alpha, \beta \in NG(K)$).

Элемент c_{uv} матрицы γ выражается в кольце K через коэффициенты левых произведений вида $a_{km}e_{km} * b_{st}e_{st}$ для определенных позиций (k, m) и (s, t) , лежащих в строках с номерами $< u$. Поскольку в α и β число ненулевых элементов в таких строках конечно, то каждый коэффициент c_{uv} определен корректно.

Список литературы

1. Левчук В. М., Литаврин А. В., Ходюня Н. Д., Цыганков В. В. Нильтреугольные подалгебры алгебр Шевалле и их обобщения // Владикавказский математический журнал. 17 (2015), № 2. С. 37–46.
2. Левчук В. М. Автоморфизмы унитарных подгрупп групп Шевалле // Алгебра и Логика. 1990. Т. 29, № 3, С. 315–338.
3. Левчук В. М., Сулейманова Г. С. Автоморфизмы и нормальное строение унитарных подгрупп финитарных групп Шевалле // Труды Института Математики и Механики УрО РАН. 2019. Т. 15, № 2. С. 1–10.
4. Carter R. Simple Groups of Lie type. Wiley and Sons, New York, 1972.
5. Стейнберг Р. Лекции о группах Шевалле. М. : Мир, 1975. 264 с.
6. Левчук В. М. Некоторые локально нильпотентные кольца и их присоединенные группы. // Математические заметки. 1987. Т. 42, № 5. С. 631–641.
7. Slowik R. Bijective maps of infinite triangular and unitriangular matrices preserving commutators // Linear and Multilinear Algebra. 2013. Vol. 61. 18. P. 1028–1040.
8. Бурбаки Н. Группы и алгебры Ли (Главы IV–VI). М. : Мир, 1972.
9. Левчук В. М. Связи унитарной группы с некоторыми кольцами. II. Группы автоморфизмов // Сибирский математический журнал. 1983. Т. 2 I. № 4. С. 543–557.

О СТРУКТУРНОЙ ПОЛНОТЕ НЕКОТОРЫХ ТАБЛИЧНЫХ И ПРЕДТАБЛИЧНЫХ МОДАЛЬНЫХ ЛОГИК

К.Р. Хамидулина*

Научный руководитель В.Р. Кияткин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При изучении логических систем используют допустимые правила, то есть такие правила, добавление которых к списку постулированных в логике λ правил не изменяет множества её теорем.

Правило вывода r $\frac{A(p_1, \dots, p_n) A_m(p_1, \dots, p_n)}{B(p_1, \dots, p_n)}$ называется допустимым в

логике λ , если для любого набора формул c_1, \dots, c_n из того, что $A_1(c_1, \dots, c_n) \in \lambda, \dots, A_m(c_1, \dots, c_n) \in \lambda$ следует, что и $B(c_1, \dots, c_n) \in \lambda$.

Множество всех допустимых правил для данной логики λ обозначают $Ad(\lambda)$.

Распознавание допустимости произвольного правила r – одна из важных проблем, возникающая при изучении любой логики. Основным инструментом в разрешении этой проблемы является критерий допустимости через n -характеристические модели.

- Модель $K_n (W_n, R_n) V_n$, где W_n – основное множество, R_n – бинарное отношение, V_n – означивание, называется n -характеристической для логики λ , если V_n означивает n различных переменных и для любой формулы α от n переменных имеет место: $\alpha(p_1, \dots, p_n) \in \lambda \iff K_n \models \alpha(p_1, \dots, p_n)$.

- Означивание S на шкале (W_n, R_n) модели K_n называется формульным, если для $\forall p_i \in Dom(S)$ существует формула α_i от n переменных такая, что $S(p_i) = V_n(\alpha_i)$.

Ниже сформулирован критерий допустимости через n -характеристические модели.

Пусть $K_n, n \in N$ – множество n -характеристических моделей. Правило r вывода $r = \frac{A_1, \dots, A_m}{B}$ допустимо в логике λ тогда и только тогда, когда для $\forall n \in N$ и каждого формульного означивания S переменных из r имеет место: если $S(A_1) = W_n, \dots, S(A_m) = W_n$, то и $S(B) = W_n$.

Некоторые модальные логики имеют очень сильную дедуктивную систему, поскольку обладают уникальным свойством **структурной полноты**.

- Правило вывода r называется производным в логике λ , если

$$r = \frac{A_1, \dots, A_m}{B} \in Ad(\lambda) \iff A_1, \dots, A_m \in_{\lambda} B$$

* © Хамидулина К.Р., 2019

Иначе говоря, если логика λ допускает тот или иной вариант теоремы дедукции, то определение производности правила r в логике λ может быть сведено к определению выводимости в λ некоторой специальной формулы.

- Модальная логика λ называется **структурно полной**, если каждое её допустимое правило производно.

Из этих определений следует, что структурная полнота логики λ устраняет для неё проблему распознавания допустимости правил вывода.

Причина **структурной неполноты** состоит в несовпадении многообразия, соответствующего логике λ с квазимногообразием, порождённым свободной алгеброй счётного ранга из этого многообразия:

$$Var(\lambda) \cong (F_{\omega}(\lambda))^{\mathcal{Q}}.$$

- Логика λ называется табличной, если существует конечная модальная алгебра $A \in Var(\lambda)$, которая её порождает, то есть $\lambda = \lambda(A)$.

- Логики, максимальные в классе нетабличных, называются предтабличными.

В расширении $S4$ существует ровно пять предтабличных логик $PT 1$ $PT 5$. Мы обратились к логикам $PT 1$, $PT 2$ и $PT 5$ и их табличным расширениям на предмет исследования их структурной полноты.

В ходе доказательства основных результатов использовался критерий допустимости через n -характеристические модели. Для того чтобы можно было им воспользоваться, были построены n -характеристические модели $Ch_{PT 1}(n)$, $Ch_{PT 2}(n)$ и $Ch_{PT 5}(n)$ для этих логик и доказана формульность каждого элемента этих моделей (Теоремы 2.1, 2.6 и 2.8). Основные результаты работы сформулированы в следующих теоремах.

Теорема 2.2. *Предтабличная модальная логика $PT 1$ структурно полна*

- Логика λ называется **наследственно структурно полной**, если любая логика λ_1 , расширяющая λ , является структурно полной.

Теорема 2.3. *Любая модальная логика λ , расширяющая $PT 1$, является структурно полной, то есть $PT 1$ является наследственно структурно полной*

В качестве следствия из этой последней теоремы получена следующая

Теорема 2.5. *Суперинтуиционистская логика LC и её любое расширение являются структурно полными.*

Теорема 2.7. *Предтабличная модальная логика $PT 2$ не является структурно полной.*

Теорема 2.9. *Предтабличная модальная логика $PT 5$ не является структурно полной.*

Теорема 2.10. *Любая модальная логика λ расширяющая $PT 5$ не является структурно полной, исключая логики $\sigma(PC)$ и For_M .*

В доказательствах этих теорем использовались известные синтаксические методы, а также методы алгебраической и реляционной семантики модальных логик.

Экспериментальная физика и инновационные технологии

МАЛОУСАДОЧНАЯ КЕРАМИКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

Ю.В. Белов, Р.А. Шелковников*

Научный руководитель А.Е. Бурученко
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В связи с увеличением объемов жилищного и гражданского строительства возрастает спрос на керамические облицовочные плитки и плитки для полов. Поэтому необходимо расширение сырьевой базы. Многие отрасли промышленности накопили значительные объемы производственных отходов, которые могут быть использованы в составах керамических масс для изготовления малоусадочных керамических плиток. Их введение в составы весьма эффективно, так как улучшаются физико-механические свойства изделий, уменьшается себестоимость готовой продукции, не требуются дополнительные энергетические затраты на доработку сырья, улучшается экология окружающей среды.

Для производства керамических плиток используются легкоплавкие и тугоплавкие глины. Для снижения их температуры обжига в массы вводят плавни в виде природных полевых шпатов. Шпаты предварительно подвергаются дроблению, помолу в шаровых мельницах до мелкой зернистости, а затем вводятся в состав. Полевые шпаты являются дефицитным сырьем.

Нами проведены исследования возможности замены природных полевых шпатов кварц-полевошпатовыми отходами Сорского молибденового комбината, которые представляют собой «хвосты» обогащения молибденовых руд.

Химический состав отходов представлен в таблице.

Таблица

Химический состав исходного сырья

Сырье	Массовое содержание, %									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
Отходы Сорского комбината	67,5	0,3	13,25	3,65	0,7	4,28	1,6	4,25	2,54	0,27
Кантатская глина	61,8	-	23,20	0,34	-	0,27	0,15	1,24	1,43	11,67

Отходы однородны по минералогическому составу и, как показали рентгеноструктурные и петрографические исследования, состоят из полевого шпата в виде альбита и ортоклаза (50–65 %), кварца (15–25 %) и карбонатов (8–15 %). В значительно меньшем количестве присутствуют магнетит, гематит, эпидот и ряд других минералов.

* © Белов Ю.В., Шелковников Р.А., 2019

Для изучения воздействия отходов на керамические массы при обжиге проводились исследования поведения каждого минерала, содержащегося в отходах. Для этого изготавливались образцы, которые обжигались в силитовой печи при температурах от 500 до 1 200 °С с интервалом 50 °С и выдержкой при конечной температуре 20 мин. После обжига у образцов производился рентгенофазовый анализ (рис. 1).

Как видно из рис. 1, при обжиге первым начинает плавиться альбит. Начало плавления 900 °С, конец – при 1 150 °С. Ортоклаз начинает плавиться при 950 °С. Плавление идет с меньшей скоростью по сравнению с альбитом и заканчивается при 1 200 °С. Образованию жидкой фазы способствует разрушение кристаллической решетки гематита, начало которого отмечается при 950 °С.

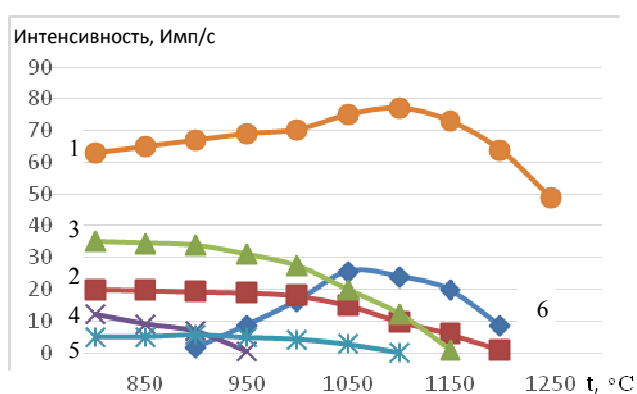


Рис. 1. Изменение линий интенсивности дифракционных максимумов минералов кварц-полевошпатовых отходов от температуры обжига: 1 – кварц; 2 – ортоклаз; 3 – альбит; 4 – карбонат кальция; 5 – гематит; 6 – анортит

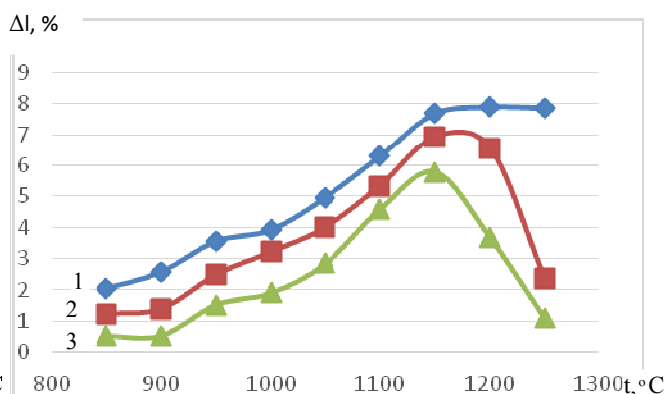


Рис. 2. Графики зависимости усадки образцов от температуры обжига: 1 – состав № 1; 2 – состав № 2; 3 – состав № 3

В жидкой фазе, образованной плавлением альбита и ортоклаза, при 1000 °С идет медленное растворение кварца. С 1 150 °С скорость растворения возрастает.

Линии интенсивности карбоната кальция начинают уменьшаться с 850 °С и полностью исчезают при 950 °С. С началом образования жидкой фазы и распадом карбоната кальция отмечается формирование кристаллов анортита. Его равномерное возрастание идет до 1 050 °С. С 1 100 °С он начинает плавиться и при 1 200 °С его линии интенсивности исчезают.

Для изучения влияния кварц-полевошпатовых отходов на процесс спекания керамических масс, изготовленных на основе тугоплавкой глины, их вводили в состав масс в количестве от 10 до 20 %. В качестве тугоплавкой бралась глина Кантатского месторождения. Ее химический состав приведен в табл. 1.

Основным минералом глины является каолинит, в меньшем количестве содержится монтмориллонит. Из неглинистых минералов в незначительном количестве присутствуют кварц и полевой шпат.

В работе представлены исследования трех составов: № 1 – 100 % глины, № 2 – 90 % глины + 10 % «хвостов», № 3 – 80 % глины + 20 % «хвостов». Образцы из подготовленных масс обжигались в печи при 800–1250 °С с интервалом 50 °С и выдержкой при конечной температуре 20 мин. После обжига рассчитывалась огневая усадка (Δl), водопоглощение (w), прочность на сжатие (σ) и проводился рентгенофазовый анализ. Полученные данные отражены на рис. 2–4.

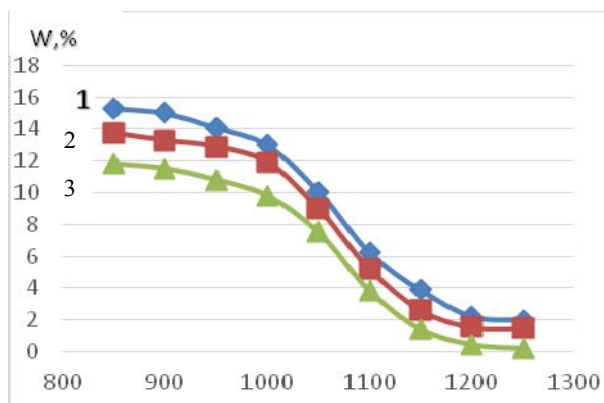


Рис. 3. Изменение водопоглощения образцов от температуры обжига: 1 – состав № 1; 2 – состав № 2; 3 – состав № 3

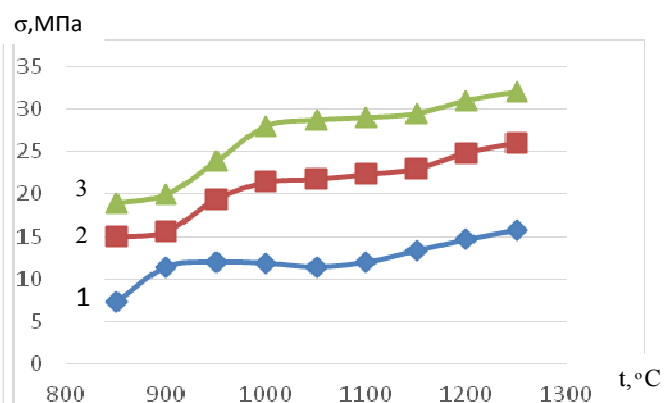


Рис. 4. Изменение прочности образцов на сжатие от температуры обжига: 1 – состав № 1; 2 – состав № 2; 3 – состав № 3

Как видно из графиков, кварц-полевошпатовые отходы в составах керамических масс на основе тугоплавкой глины снижают температуру обжига, способствуют процессу спекания за счет образования жидкой фазы. При низких температурах до 1100 °С формируется анортит, а при температуре свыше 1100 °С – муллит.

Таким образом, исследования показали, что отходы Сорского молибденового комбината представляют собой качественное кварц-полевошпатовое вторичное сырье для керамической промышленности. Оно является хорошим плавнем, обеспечивающим изделиям эффективное спекание за счет образования жидкой фазы, в которой формируются новые кристаллические минералы в виде анортита и муллита, повышающие физико-механические свойства керамики.

При введении в тугоплавкую глину 20 % сорских «хвостов» образцы после обжига при 1000 °С обладают свойствами, отвечающими требованиям к малоусадочным облицовочным плиткам. Водопоглощение 10–12 %, усадка 1,8–2,2 %, прочность на сжатие 26–28 МПа. Обжиг образцов при 1150 °С обеспечивает водопоглощение 1,5–2 %, усадку 5,8–6,0 %, прочность на сжатие 28–32 МПа, что удовлетворяет требованиям керамическим плиткам для полов.

Список литературы

1. Щербина Н. Ф., Кочеткова Т. В. Использование отходов обогащения железнорудных месторождений в производстве керамических изделий // Стекло и керамика. 2016. № 1. С. 24–26.
2. Бурученко А. Е., Мушорапова С. И. Строительная керамика с использованием суглинков и отходов алюминиевого производства // Строительные материалы. 2016. № 12. С. 28–30.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БИТУМА МЕТОДАМИ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

М.В. Драница *

Научный руководитель В.П. Киселев
доктор химических наук, профессор
Научный руководитель Г.Н. Харук
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Битумы представляют собой сложные органические системы нефтяного происхождения. Высокая устойчивость битумов к внешним воздействиям определяется их внутренней структурой. Как при подготовке, так и в процессе эксплуатации дорожного покрытия возможно термическое разложение битума с изменением его состава и структуры, а следовательно, и его свойств. Этот процесс сопровождается выделением летучих компонентов в окружающую среду, что ухудшает экологическую обстановку. Повышение стабильности битума позволит улучшить экологию дорожных коммуникаций.

Для достижения необходимых свойств битум модифицируют различными добавками. Химический состав исходных битума и применяемых добавок для асфальтобетона (опытных образцов каучука, пластифицирующей добавки – парафина и адгезионной добавки Wetfix) был изучен методами ИК-спектроскопии (рис. 1–3). Отнесение основных полос поглощения в битуме и композиционных вяжущих осуществлено с учётом результатов исследований.

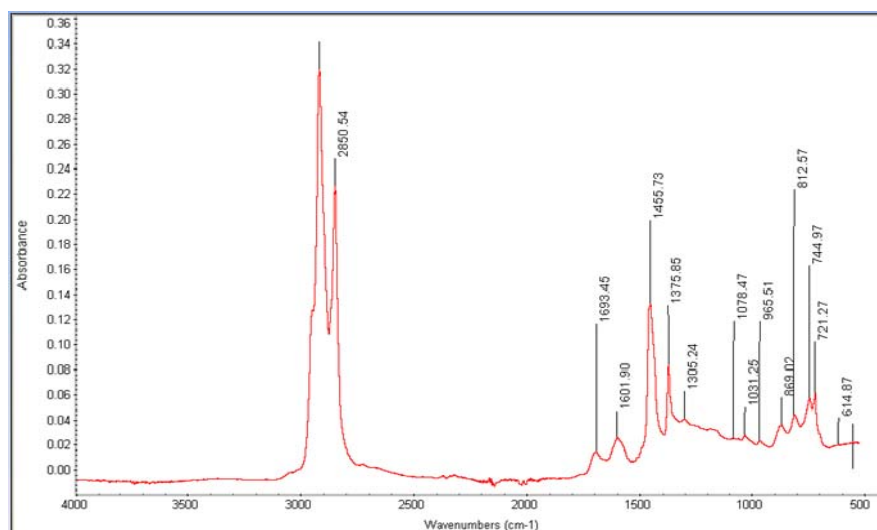


Рис. 1. ИК-спектр исходного битума БНД 90/130

* © Драница М.В., 2019

Как видно из рис. 1, ИК-спектр [1] битума имеет слабо выраженную полосу поглощения в области $3\ 100\text{--}3\ 450\ \text{см}^{-1}$, характерную для валентных колебаний гидроксильных групп, участвующих в образовании межмолекулярных водородных связей. В области $2\ 600\text{--}3\ 100\ \text{см}^{-1}$ на фоне общей интенсивности полосы поглощения групп --CH-- , $\text{--CH}_2\text{--}$ и --CH_3 углеводородного скелета как в ароматических структурах, так и в алифатических цепочках боковых ответвлений отчетливо выражены максимумы $\sim 2854\ \text{см}^{-1}$ и $\sim 2925\ \text{см}^{-1}$. Это свидетельствует о значительном количестве ароматических углеводородов в составе битума.

Анализ интенсивности этих полос и полос поглощения деформационных колебаний метильных (--CH_3) групп $1460\ \text{см}^{-1}$, метиленовых ($\text{--CH}_2\text{--}$) групп $1376\ \text{см}^{-1}$, а также наличие полос 721 и $745\ \text{см}^{-1}$ свидетельствует о том, что основной составляющей битума являются парафиновые углеводороды с нечетным числом углеродных атомов в цепи. В незначительных количествах присутствуют нафтеново-ароматические структурные фрагменты – полосы поглощения 3060 , 1600 , 815 и $870\ \text{см}^{-1}$.

Кислородсодержащие продукты представлены функциональными группами: OH (очень слабая полоса поглощения $3430\ \text{см}^{-1}$); --C=O (сложная полоса поглощения $1\ 700\text{--}1\ 695\ \text{см}^{-1}$, обусловленная колебаниями карбонильных групп, по-видимому, входящих в состав кетонов и асфальтогеновых кислот); эфирными (полосы поглощения $1\ 030$ и $1\ 310\ \text{см}^{-1}$).

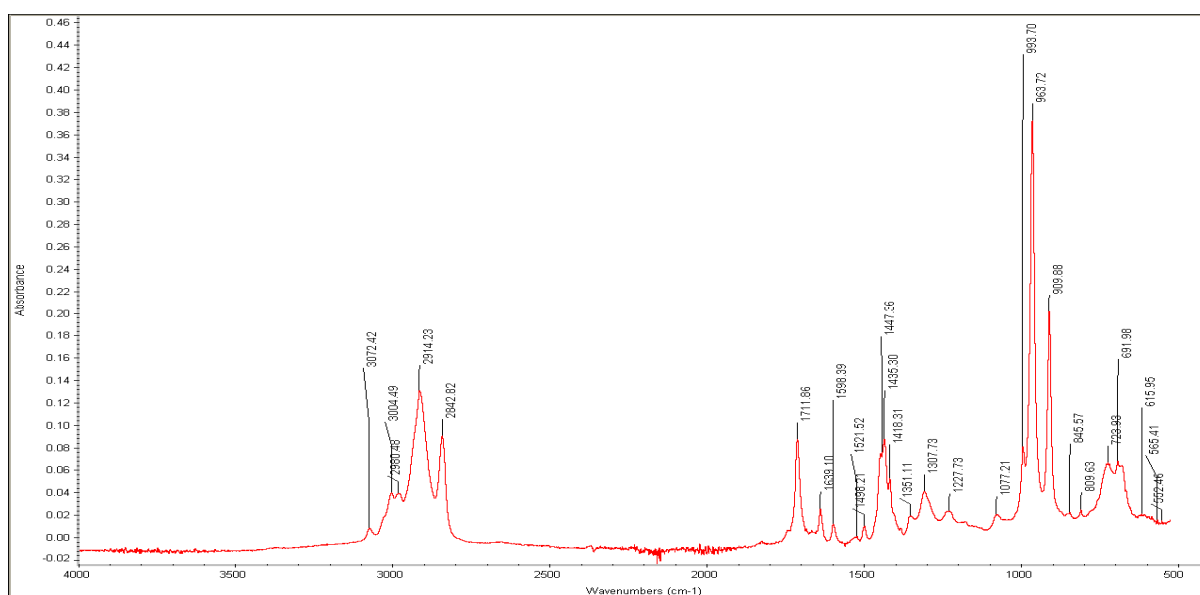


Рис. 2. ИК-спектр опытного образца каучука СКД-КТР с концевыми COOH -группами

Следует отметить, что в битуме нет в необходимых количествах активных функциональных групп, способных придавать вяжущему повышенные адгезионные свойства. Для улучшения структуры вяжущего и повышения сцепления битума с каменным материалом применяли низкомолекулярные полибутадиеновые каучуки (молекулярная масса $1\ 500\text{--}3\ 700$) с различными функциональ-

ными группами. Спектры каучуков типичны для полимеров на основе дивинила [2].

На рис. 2 представлен спектр каучука СКД-КТР. Полосы поглощения обусловлены колебаниями – С=C – винильного радикала и – С – С – длинноцепочечных структур (995 см^{-1}), метильных групп (722 см^{-1}), карбонильных групп, входящих в – СООН группы (1715 см^{-1}).

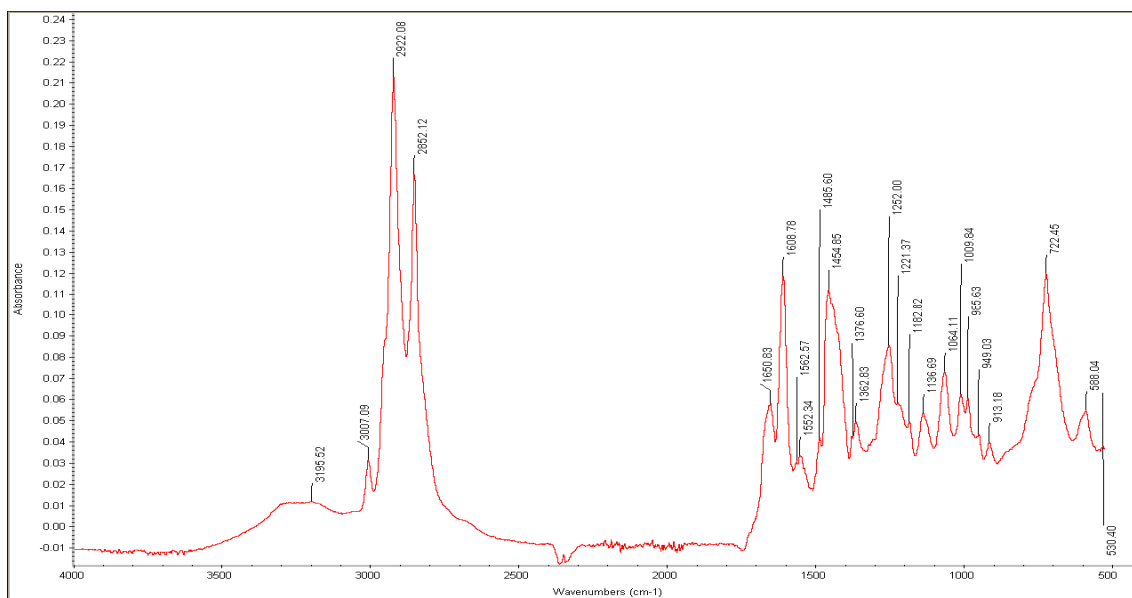


Рис. 3. ИК-спектр адгезионной добавки Wetfix (производства Германии/Швеции)

В адгезионной [3] добавке Wetfix (рис. 3) содержится значительное количество ароматических углеводородов ($3\ 007$, $1\ 600$, 810 см^{-1}), эфирных ($1\ 030$, $1\ 300$, см^{-1}) и метильных групп – CH_3 ($1\ 485$, $1\ 451\text{ см}^{-1}$). Карбонильные группы в спектре идентифицируются полосой $1\ 650\text{ см}^{-1}$. Наложение полос первичных, вторичных и третичных амидов и связей С – С-О, С – N – С заметно в области $1\ 400$ – $1\ 009\text{ см}^{-1}$. Полосы поглощения $1\ 562\text{ см}^{-1}$, $1\ 552\text{ см}^{-1}$ могут отвечать как трет-алифатическим нитрозосоединениям $\text{R} - \text{C} - \text{N} = \text{O}$, так и предельным нитроаминам $\text{R} - \text{N} - \text{NO}_2$.

Модифицирующие добавки изменяют физико-механические свойства и структуру вяжущего, оказывают пластифицирующие воздействия на дисперсионную среду. В этом случае за счет химического взаимодействия битума с полимером образуется единая пространственная структура. Примерами подобной структуры могут служить продукты, образующиеся в результате взаимодействия между гидроксильными группами сланцевых битумов и эпоксигруппами эпоксидных смол, а также продукты, образующиеся в результате взаимодействия парафинафтенных групп дорожных битумов с полиолефинами.

Сравнивая показатели при применении различных полимеров, делаем вывод, что наилучшими физико-механическими свойствами обладает полимерно-битумное вяжущее, в котором в качестве модификатора взят каучук СКД-КТР. При увеличении концентрации полимера понижается как температура хрупкости, так и температура размягчения, а также увеличивается растяжимость. Зна-

чительно повышается качество сцепления вяжущего с поверхностью щебня, то есть улучшаются его адгезионные свойства. Однако это приводит к увеличению вязкости полимерно-битумного вяжущего, что затрудняет процесс смачивания минерального материала. Поэтому включаем еще адгезионную добавку Wetfix.

Применение комплексного модификатора дает хорошие результаты испытаний (см. таблицу). Температура хрупкости (один из главных показателей для вяжущего) понизилась на 15 °С относительно исходного битума, температура размягчения повысилась незначительно, на 1 °С, но интервал пластичности расширился на 16 °С и составил 90 °С. Увеличились также глубина проникания иглы (на 22 °П) и растяжимость (на 13 см, то есть в 1,3 раза). Качество сцепления исходного битума с поверхностью щебня неудовлетворительно, а при применении комплексного модификатора оно повышается до отличного. Следовательно, данный комплексный модификатор позволяет добиться улучшения всех физико-механических свойств вяжущего.

Таблица

Результаты испытаний

Характеристика	Исходный битум БНД 90/130	Модифицированное вяжущее, компоненты:	
		Битум, СКД-КТР (8 %)	Битум, СКД-КТР (8 %), Wetfix (0,5 %), парафин (2,5 %)
Температура хрупкости, °С	– 26	– 40	– 41
Температура размягчения, °С	48	44	49
Интервал пластичности, °С	74	84	90
Глубина проникания иглы, °П	115	197	137
Растяжимость, см	39	81	52
Качество сцепления с поверхностью щебня	Неудовлетворительное	Хорошее	Отличное

Список литературы

1. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М. : Мир, 1965. 209 с.
2. Курбанова Н. И., Кулиев А. М. Композиционные материалы на основе модифицированного бутадиенстирольного каучука // Журнал прикладной химии. 2007. Т. 80, № 7. С. 1156–1159.
3. Киселёв В. П., Ефремов А. А., Бугаенко М. Б. [и др.] Оценка адгезионных и когезионных свойств модифицированных дорожных битумов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 4. С. 129–138.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКЦИИ ФУЛЛЕРЕНОВ РАЗНОГО ВИДА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДВУХ МЕТОДОВ: СОКСЛЕТА И МЕХАНО-АКТИВАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ*

В.И. Елесина¹, Н.Г. Внукова^{1†}

Научный руководитель Г.Н. Чурилов^{1,2}
доктор технических наук, профессор

¹*Сибирский федеральный университет*

²*Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН
ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН»*

Фуллерены – молекулы, обладающие повышенной реакционной активностью. С помощью фуллеренов и эндодральных металлофуллеренов (ЭМФ) в настоящее время можно успешно решать задачи в различных областях, от электроники до медицины [1–3]. Высшие фуллерены и ЭМФ наиболее интересны ввиду их свойств. Одним из основных методов синтеза является электродуговой метод, позволяющий получать фуллерены в препаративных количествах. При этом отмечается малая эффективность существующих сегодня методов экстракции. Следовательно, разработка новых и усовершенствование имеющихся методов экстракции актуальна. Наиболее распространенный способ выделения фуллеренов из фуллеренсодержащего углеродного конденсата (УК) – это экстракция органическими растворителями. Особенно популярен в лабораторной практике метод экстракции Сокслета [4]. Здесь выход фуллеренов существенно зависит от продолжительности процесса и занимает несколько часов. Для выделения фуллеренов используют бензол, толуол, о-ксилол, н-гексан и др. [5].

В данной работе проведено сравнение методов, используемых для выделения фуллеренов разного вида: метод Сокслета и разработанный нами метод механо-активационного воздействия, совмещенного с фильтрацией [6]. В ходе экспериментов было использовано три растворителя: CS_2 , о-ксилол и пиридин. Проведен анализ зависимости процесса экстракции от типа растворителя.

На процесс экстракции фуллеренов влияет их кластерная природа растворимости. Высшие фуллерены и ЭМФ труднее растворяются, размеры включающих их кластеров составляют сотни нанометров [7]. При этом растворившиеся молекулы фуллеренов могут снова сорбироваться частицами УК.

Наш метод основан на том, что УК вращающимися лопастями специально разработанного экстрактора (рис. 1) механически перемешивается и наносится тонким слоем на внутреннюю поверхность фильтровальной гильзы. Поток растворителя под действием центробежной силы в тонком слое УК растворяет

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-19080.

† © Елесина В.И., Внукова Н.Г., 2019

фуллерены и выносит их через стенку фильтровальной гильзы. Это сокращает время экстракции и исключает повторную сорбцию [6].

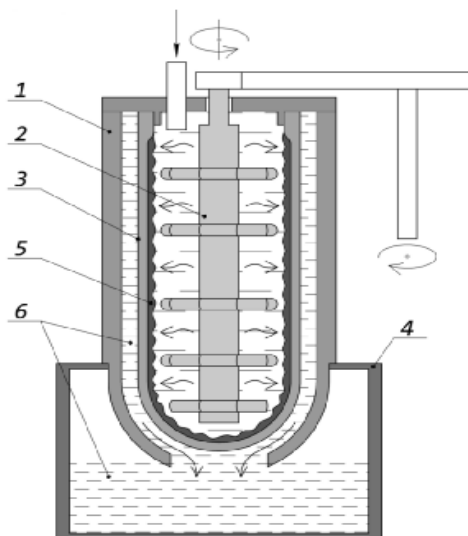


Рис. 1. Изображение экстрактора [6]

Экстрактор состоит из цилиндрического корпуса 1, вала с лопастями 2. Внутри корпуса расположена фильтровальная гильза 3, под корпусом 1 – приемный сосуд 4. Суспензия из УК и растворителя подается в зазор между валом с лопастями и стенкой фильтровальной гильзы (показано вертикальной стрелкой). В процессе экстракции суспензия разделяется на твердую компоненту 5, которая тонким слоем распределяется на внутренней поверхности фильтровальной гильзы, и раствор фуллеренов 6.

Для проведения эксперимента был взят УК, полученный методом распыления графитовых электродов в дуговом ВЧ-разряде [8]. В электродах, ТУ 3497-001-51046676-2008, диаметр 6 мм, длина 100 мм, высверливалось осевое отверстие диаметром 3 мм и заполнялось смесью порошка графита и Y_2O_3 по 50 вес. % каждого. Весь УК делился на три равные части, которые обрабатывались CS_2 , пиридином и о-ксилолом. При этом из каждой из этих частей УК выделение фуллеренов проводилось как аппаратом Сокслета, так и экстрактором [6]. Для этого каждая часть УК была поделена на две равные части.

Выделение методом Сокслета производилось по стандартной технологии. Для выделения фуллеренов с использованием экстрактора готовилась суспензия путем перемешивания УК и одного из растворителей, указанных выше, из расчета 100 мл на 1 г. Полученные растворы фуллеренов фильтровались, на роторном испарителе отгонялся растворитель, выделенные вещества высушивались. В результате были получены фуллереновые смеси, которые разделялись методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), в качестве элюента использовался толуол. Для ВЭЖХ использовался хроматограф Agilent 1200 Series с колонкой Вискупгер-М (10 мм × 250 мм), скорость потока элюента составляла 1,6 мл/мин. Далее выделенные фракции взвешивались. Общее количество выделенных из УК фуллеренов двумя методами практически не отлича-

лось ($\approx 5\%$). При этом затраченное на выделение фуллеренов механо-активационным методом время составило 15 минут, а методом Сокслета – 18 ч.

Результаты экстракции фуллеренов CS_2 , пиридином и о-ксилолом по данным анализа ВЭЖХ показали, что механический экстрактор со всеми тремя растворителями выделяет больше высших фуллеренов и ЭМФ, чем аппарат Сокслета. При этом наибольшее содержание высших фуллеренов и ЭМФ было зафиксировано в экстрактах, выделенных пиридином (38 вес. %) и CS_2 (37 вес. %). Отметим, что для метода экстракции Сокслета самым малоэффективным растворителем при выделении высших фуллеренов и ЭМФ оказался пиридин (1,7 вес. %), а эффективным – CS_2 (3 вес. %). При этом больше всего C_{60} выделено пиридином (75 вес. %), а C_{70} – о-ксилолом (23 вес. %).

Хроматографические спектры образцов фуллереновых смесей, выделенных двумя рассматриваемыми методами из УК CS_2 , и пиридином представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

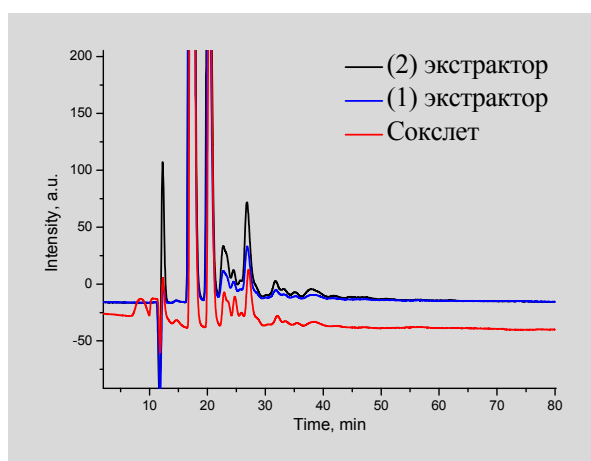


Рис. 2. Хроматограмма образцов, выделенных CS_2

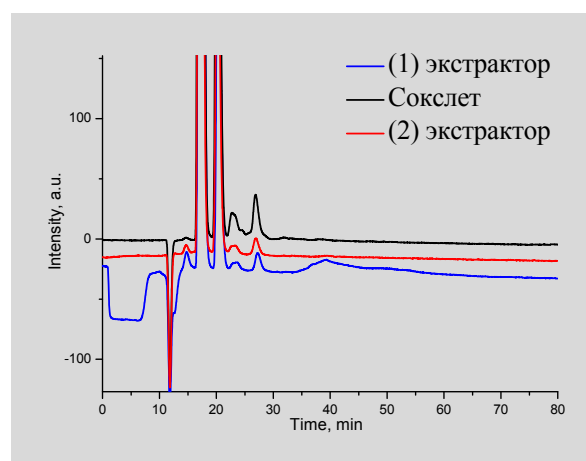


Рис. 3. Хроматограмма образцов, выделенных пиридином

Из результатов видно, что при выделении высших фуллеренов и ЭМФ выгодно использовать именно механо-активационный метод. Он позволяет максимально быстро получить фуллереновую смесь. При выделении C_{60} и C_{70} эффективность показал метод Сокслета, однако время экстракции значительно больше. Лучшими растворителями, показавшими эффективность при обоих методах экстракции, явились CS_2 и пиридин. Полученные результаты могут быть использованы исследователями при решении задач экстракции фуллеренов.

Список литературы

1. Bocharov G. S., Eletskii A. V., Zilova O. S. et al. Mechanism of Surface Reinforcement of Steels by Nanocarbon Materials Using Laser Heating // *Physics of Metals and Metallography*. 2018. № 119 (2). P. 197–201.
2. Popov A. A., Yang S., Dunsch L. Endohedral Fullerenes // *Chemical Reviews*. 2013. № 113 (8). P. 5989–6113.

3. Wang L., Zhu X., Tang X. [et al.] A multiple gadolinium complex decorated fullerene as a highly sensitive T1 contrast agent // *Chemical Communications*. 2015. № 51 (21). P. 4390–4393.
4. Churilov G. N., Kratschmer W., Osipova I. V. [et al.] Synthesis of fullerenes in a high-frequency arc plasma under elevated helium pressure // *Carbon*. 2013. № 62. P. 389–392.
5. Цветкова Л. В., Кескинов В. А., Чарыков Н. А. [и др.] Экстракция фуллереновой смеси из фуллереновой сажи органическими растворителями // *Журнал общей химии*. 2011. № 81 (5). С. 832–839.
6. Churilov G. N., Elesina V. I., Dudnik A. I. [et al.] Ultrafast method of fullerenes extraction from carbon condensate // *Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures*. 2019. № 27 (3). P. 225–232.
7. Shin H., O'Donnell S. E., Reinke P. [et al.] Floating two-dimensional solid monolayer of C60 on graphite // *Physical Review B*. 2010. № 82(23). P. 235427–235437.
8. Churilov G. N. Plasma Synthesis of Fullerenes // *Instruments and Experimental Techniques*. 2000. № 43(1). P. 1–10. Translated from *Pribory i Tekhnika Eksperimenta*. 2000. № 1. P. 515.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА ПОМЕЩЕНИЯ

О.В. Калашникова*

Научный руководитель А.К. Москалев
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

По данным исследования компании Компания International Data Corporation (IDC) в 2018 г. объем российского рынка Интернета вещей составил 3,67 млрд долл. [1]. При этом лидирующими направлениями по количеству автоматизированных процессов и предприятий являются транспорт и производства, и лишь третьей является отрасль Умных домов. Несмотря на рост объема продаж и оказания услуг, для большей части населения автоматизация помещения и средства безопасности являются недоступными или неизвестными.

В 2018 г. по данным МЧС в России произошло более 110 тыс. пожаров [2]. По статистике сайта ГУ МВД по Красноярскому краю за аналогичный период было зарегистрировано 222 квартирных кражи [3]. Большое количество аварий водоснабжения в многоквартирных домах согласовываются жильцами и не регистрируются. Решения этих и многих других проблем существуют, но имеют определенные недостатки.

Системы, передача данных в которых осуществляется посредством проводов, требуют предварительного проектирования, электромонтажа, проведения ремонтных работ, являются индивидуализированными и довольно дорогими. Стоимость комплекса автоматизированного управления функциями для частного дома площадью около 100 кв. м на основе контроллера Loxone Miniserver с системой освещения, безопасности и климат-контроля достигает 500 тыс. руб. Оборудование для однокомнатной квартиры с управляющим iRidium Server обойдется в 200 тыс. руб.

В последние годы появляются все больше компаний, предлагающих отдельные устройства – датчики, лампочки, розетки и замки, управляемые с помощью приложения. Несмотря на относительно доступную цену, потребители не готовы самостоятельно настраивать подключения и сценарии. Аналитики компании Forrester считают, что концепция централизованного «умного» дома, в котором устройства тесно взаимодействуют между собой, навязывается потребителям, но не нужна и не интересна им. Многие пользователи предпочитают покупать только одно многофункциональное устройство.

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости интеграции устройств автоматизации в существующие процессы и оборудование. Автором разработан программно-аппаратный комплекс мониторинга помещения на основе компьютера. Такое решение позволит интегрировать элементы автоматизации в квартиры, частные дома и офисные помещения.

* © Калашникова О.В., 2019

Использован одноплатный компьютер LattePanda с операционной системой Windows 10 и сопроцессором Arduino. Характеристики устройства [4]:

- 1) четырёхъядерный процессор Intel Cherry Trail Z8350 с частотой 1.8 ГГц;
- 2) 2 Гб ОЗУ DDR3L и 32 Гб постоянной памяти;
- 3) графический ускоритель Intel HD Graphics, 12 EUs с частотой 200-500 МГц;
- 4) один порт USB 3.0 и 2 порта USB 2.0;
- 5) WiFi и Bluetooth 4.0;
- 6) встроенный сопроцессор Arduino ATmega32u4 (Leonardo);
- 7) мультимедийные порты HDMI и MIPI-DSI;
- 8) поддержка 100Mbps Ethernet;
- порты GPIO: 6 GPIO от основного процессора; 20 GPIO от процессора Arduino Leonardo; 6 «Plug and play» коннекторов для датчиков серии Gravity;
- 9) питание: 5В/2А;
- 10) размер: 88 × 70 мм.

Технология «Plug and play» предназначена для быстрого определения и конфигурирования устройств в компьютере. Имеется большой ассортимент различных плат расширения и датчиков серии Gravity, которые поддерживают технологию «Plug and play», энергоэффективны и подключаются к портам с помощью доступных 3-pin коннекторов, поэтому для проекта была выбрана именно эта серия. Подключены следующие датчики:

- 1) цифровой пассивный инфракрасный (пирозлектрический) датчик движения. Радиус обнаружения составляет 100 градусов, дальность – 7 метров;
- 2) аналоговый датчик освещенности ТЕМТ6000. Спектр распознавания датчика максимально приближен к спектру человеческих глаз, что позволяет точно регулировать освещение для правильной работы и не портить зрение. Датчик выводит значение напряжения в зависимости от плотности света, по которому в программе рассчитывается показатель освещенности в Люксах;
- 3) аналоговый датчик температуры LM35. Датчик выводит значение напряжения, пропорциональное температуре воздуха. Диапазон измеряемой температуры – 0–100 °С, точность измерения – 0,5 °С;
- 4) аналоговый сенсор газа MQ2. Высокочувствительный датчик способен обнаруживать нефтяной газ, изобутан, пропан, метан, спирт, водород, дым. Выход пропорционален плотности газа.

На рис. 1 представлено фото компьютера с датчиками.

Большое значение имеет программная составляющая для отображения всех показателей среды в помещении. Автором рассматривались варианты создания десктопного (настольного компьютерного) приложения, приложения для смартфона, кросс-платформенного приложения и веб-приложения. В первом и втором случаях предполагалось использование языка программирования С#. Также изучена возможность реализации хаба с помощью облачной системы Microsoft Azure и средства отображения статистики Power BI. Датчики серии Gravity поддерживают передачу данных с помощью протокола Firmata, кото-

рый имеет ряд преимуществ на стадии разработки и поддерживает библиотеки для программирования десктопных и веб-приложений. Поскольку удаленный мониторинг и получение показаний с нескольких устройств можно осуществить с помощью веб-приложения, было решено реализовывать именно этот вариант.

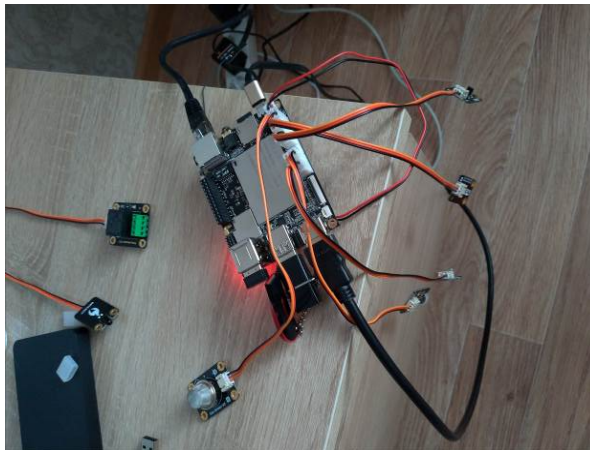


Рис. 1. Компьютер с подключенными датчиками

С помощью интегрированных сред программирования Visual Studio 2017 и Arduino разработан программный комплекс, включающий следующие составляющие:

- 1) скетч считывания показаний датчиков с помощью протокола Firmata на Arduino;
- 2) база данных в MySQL с 4 таблицами соответствующих показаний и хостинг для удаленного доступа;
- 3) программа записи показаний в базу данных и считывания из базы данных – хаб, созданный на языке C#;
- 4) веб-приложение, созданное с помощью платформы ASP.Net, которое позволяет контролировать показания датчиков удаленно, из любой точки мира при наличии интернет-соединения.

На рис. 2 представлено веб-приложение с показаниями температуры, освещенности, движения и плотности газа.

В ходе исследования был разработан программно-аппаратный комплекс мониторинга показателей движения, освещенности, температуры и анализа воздуха. Веб-приложение позволяет в реальном времени следить за параметрами. В дальнейшем планируется интеграция устройства в полноценную систему автоматизации, включающую видеонаблюдение и контроль проникновения.

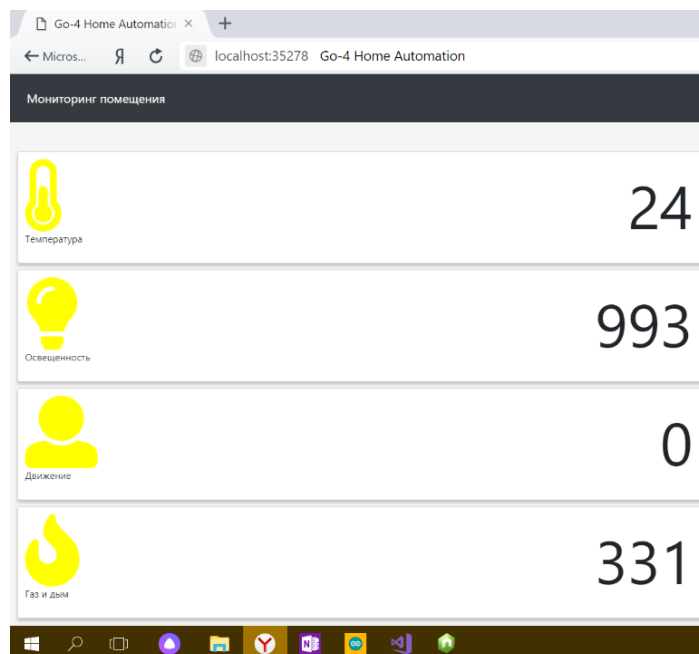


Рис. 2. Веб-приложение

Список литературы

1. Интернет вещей, IoT, M2M // TAdviser : интернет-издание. URL: [www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_\(мировой_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(мировой_рынок)).
2. В России в 2018 году при пожарах погибло более 300 детей // ТАСС : новостная служба. URL: <https://tass.ru/obshchestvo/5807450>.
3. Статистика и аналитика // ГУ МВД по Красноярскому краю : сайт. URL: https://24.xn--b1aew.xn--p1ai/slujba/Statistika_i_analitika.
4. LattePanda 2Gb/32Gb : сайт. URL: <https://www.lattepanda.com/products/1.html>.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК TRL И IRL
ДЛЯ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ УСТРОЙСТВ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОМЕЩЕНИЯМИ**

О.В. Калашникова, А.Э. Петрунина, Н.С. Цыганков*

Научный руководитель А.К. Москалев
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Стратегия инновационного развития России до 2020 г. [1] предполагает разработку системы определения и расчета итоговых и промежуточных показателей эффективности реализации инновационных проектов и их готовности к коммерциализации. В ходе деятельности любого предприятия важным аспектом, помимо постановки задач, является оценка текущих параметров и результатов с целью проведения корректирующих мероприятий, поскольку при планировании не всегда представляется возможным предвидеть все факторы и их влияние.

В большинстве отечественных предприятий при оценивании готовности разрабатываемого продукта отсутствуют методики с количественными параметрами, а используются субъективные мнения экспертов. Каждая компания использует собственные алгоритмы анализа, стандартизированного алгоритма не существует, что осложняет мониторинг инновационных проектов с целью поддержки наиболее перспективных исследований. Поэтому актуальной является задача поиска и тестирования метода оценивания, позволяющего проводить количественный анализ.

В мировой и российской практике применяются различные способы и параметры, но большую распространенность имеет TRL (Technology Readiness Levels) – метод объективной оценки уровня готовности технологии с учетом соответствия установленным критериям выполнения типовых работ и документации по девяти уровням [2]. TRL был разработан более 30 лет назад для использования в космической отрасли, а в 2013 г. стал частью стандарта ISO 16290:2013. Сфера применения TRL расширяется, в 2019 г. методика использована в Атласе сквозных технологий цифровой экономики Российской Федерации [3].

Многие инновационные технологии и продукты состоят из определенного количества некоторых подсистем, при этом за каждую составную часть могут отвечать различные подразделения. Элементы могут иметь разный уровень готовности, разный срок реализации, а некоторые могут быть полностью несовместимы. В такой ситуации используется модифицированный алгоритм TRL, IRL, включающий, помимо показателей уровня готовности подсистем, оценку готовности их взаимной интеграции.

* © Калашникова О.В., Петрунина А.Э., Цыганков Н.С., 2019

В рамках данного исследования показан результат применения TRL на примере российского стартапа проекта разработки системы мультисенсорных многофункциональных устройств автоматизации помещений (Умного дома), а также возможность использования полученной информации для формирования плана мероприятий по доведению развития технологии до заданного уровня. Была проведена апробация модифицированной методики TRL, позволяющей оценить готовности интеграции технологий между собой и получить обобщенную оценку готовности системы технологий IRL (Integration Readiness Levels).

Концепция системы заключается в интеграции элементов автоматизации, видеонаблюдения и музыкальных динамиков, а также в минимизации настроек для пользователей. В отличие от существующих отдельных устройств в данном решении будет осуществляться интеграция датчиков, камеры, динамика и управляющей платы как на физическом уровне (объединение в одном корпусе), так и на программном – единое приложение для управления. Менеджеры проекта оценивают соответствие готовности проекта завершению концептуального этапа и переходу к разработкам.

Система включает: контроллер (управляющий элемент), управляемые устройства для жилых помещений, управляемые устройства для помещений с повышенной влажностью (ванная комната, кухня) и управляемые осветительные элементы.

Контроллер и отдельные устройства для жилых помещений будут иметь датчики освещенности, температуры и движения, а также камеру видеонаблюдения, динамик и элементы управления.

В приборе для ванной комнаты и кухни составными элементами станут элементы управления, датчики температуры, движения и протечек воды.

Для передачи данных между приборами будет применяться самый распространённый в автоматизации стандарт – Z-Wave (диапазон частот до 1 ГГц). Основой контроллера станет одноплатный компьютер Raspberry Pi и расширение RaZberry для поддержки протокола Z-Wave, а комплектующими в устройствах для комнат будут платы Z-Unc.

В ходе исследования были определены коэффициенты готовности элементов системы с учетом соответствия критериям уровней методики:

1) для реализации контроллера необходимо уже готовую технологию внедрить в реальное устройство, требования соответствуют 7 уровню готовности, коэффициент зрелости можно оценить в 0,67 балла;

2) при разработке устройств для жилых помещений предстоит проработать средства реализации видеонаблюдения и воспроизведения музыки, следовательно, данный компонент соответствует 3 уровню готовности, а коэффициент – 0,23 балла;

3) в приборах для помещений с повышенной влажностью предстоит обеспечить системное функционирование отдельных элементов, поэтому уровень готовности – 3, коэффициент зрелости – 0,23 балла;

4) существует большое количество готовых осветительных приборов, наиболее популярные производители: Philips, Xiaomi, LIFX, Rubetek. Уровень готовности – 9, коэффициент зрелости – 0,98.

С учетом специфики передачи данных между устройствами (протокол Z-Wave и расширение RaZberry для его поддержки), механизмов взаимодействия (влияния показаний датчиков на работу исполнительных устройств), а также требуемых исследований для полной реализации проведена оценка готовности интеграции элементов системы, которая представлена в таблице.

Таблица

Уровни готовности интеграции подсистем

	Контроллер	Устройства для комнат	Прибор для ванной	Лампочки
Контроллер	1	0,2	0,34	0,5
Устройства для комнат	0,2	1	0,15	0,35
Прибор для ванной	0,34	0,15	1	0,35
Осветительные элементы	0,5	0,35	0,35	1

Матрица значений готовности системы SRL (System Readiness Levels) – элементов с учетом их интеграции – равна произведению матриц готовности интеграции и готовности технологий. Итоговое значение готовности системы SRL (System Readiness Levels) рассчитывается по следующей формуле:

$$SRL = \frac{\frac{SRL_1}{n_1} + \frac{SRL_2}{n_2} + \frac{SRL_3}{n_3} + \frac{SRL_4}{n_4}}{n},$$

где $SRL_1, SRL_2, SRL_3, SRL_4$ – соответствующие элементы матрицы SRL; n_1, n_2, n_3, n_4 – количество ненулевых коэффициентов интеграции соответствующих технологий; n – общее количество ненулевых технологий.

В результате SRL равен 0,271, что соответствует уровню концепции. Основные задачи, стоящие перед разработчиками проекта на данной стадии, – это улучшение начальной концепции и разработка дальнейшей стратегии системы. Особое внимание стоит уделить приборам для жилых помещений и приборам для помещений с повышенной влажностью. Необходимо провести анализ и внедрить средства по увеличению взаимодействия всех элементов системы, в частности, использовать параметры и сценарии связи периферийных устройств.

Таким образом, совместное использование TRL и IRL имеет перспективу внедрения не только в проектах авиастроения, но и управления высокотехнологичными проектами в других отраслях. Рассмотренный инструментарий можно использовать на стадиях проекта «Планирование и реализация» и «Мониторинг и контроль» совместно с базовыми подходами, закрепленными в РМВОК. Применение TRL и IRL актуально в процессе формирования плана работ, включая декомпозицию до пакета работ, для оценки качества и степени выпол-

нения проекта с точки зрения готовности продукта к выходу на рынок, включая его интеграцию в соответствующую сферу деятельности.

Подобные технические экспертизы могут быть эффективно использованы руководителями портфелей проектов для оценки состояния системы и программы, позволяя оперативно реагировать, определять и добавлять в портфель необходимые технологические проекты для успешной интеграции и, при необходимости, переориентировать деятельность. Необходимо проводить адаптацию данных методик не только для авиационной отрасли РФ, но и для управления инновационными проектами в других сферах.

Список литературы

1. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации : сайт. URL: <http://ac.gov.ru/files/attachment/4843.pdf>.

2. Баданов А. Ю., Рызванов Р. А. Адаптация лучших мировых практик по оценке уровней готовности технологий, уровней готовности интеграции, системного уровня готовности // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 4-1. С. 71–82.

3. Атлас сквозных технологий цифровой экономики Российской Федерации // Цифровая экономика Российской Федерации : сайт. URL: <http://digitalrosatom.ru/wp-content/uploads/2019/01/Атлас-сквозные-технологии-цифровой-экономики-России.pdf>.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И КОМПОЗИТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

И.А. Маркевич*

Научный руководитель Б.А. Беляев
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Полимерный композит на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена, модифицированного многостенными углеродными нанотрубками (СВМПЭ-МУНТ), в первую очередь рассматривается как легкий, прочный, износостойкий материал, обладающий электропроводностью. Перспективы использования этого композита в различных областях науки и техники стимулируют проведение исследований, направленных на изучение его структурных, механических и электрофизических свойств.

Цель работы – изучить физико-механические свойства композитов СВМПЭ-МУНТ. В работе использовали СВМПЭ компании Braskem (молекулярная масса $6,4 \cdot 10^6$ г/моль, средний размер частиц 150 мкм) и МУНТ со средним диаметром 7 нм, длиной 2–2,5 мкм, синтезированные в Институте катализа СО РАН им. Г. К. Борескова (г. Новосибирск). Композиты получены введением в полимерную матрицу 1 вес. % МУНТ методом смешивания компонентов в растворе полимера [1] при температурах 90 и 130 °С. Перемешивание компонентов при 90 °С осуществлялось гомогенизатором MPW-309 с частотой 1000 об/мин в течение 10 минут, а при 130 °С – ультразвуковым (УЗ) воздействием аппаратом Волна-М с интенсивностью не менее 100 Вт/см² в течение 30 минут. Дополнительно получен образец СВМПЭ, раствор которого был предварительно подвергнут УЗ обработке при температуре 130 °С, являющийся аналогом композита СВМПЭ-МУНТ 130 °С, но без МУНТ. После фильтрации растворов и сушки осадков получали порошки материалов, из которых горячим прессованием при давлении 6 МПа и температуре 160 °С изготавливали образцы для измерений.

На рис. 1 представлены кривые, построенные в координатах напряжение (σ) и относительное удлинение (A), полученные при растяжении образцов чистого СВМПЭ и композитов СВМПЭ-МУНТ на разрывной машине Inspekt Table Blue 5kN фирмы Hegewald & Peschke.

На рис. 1 видно, что чистый СВМПЭ и композит СВМПЭ-МУНТ 90 °С имеют идентичные свойства при растяжении: предел прочности 30 МПа, а максимальное удлинение 270 и 290 % соответственно. Модуль Юнга образцов материалов равен 260 МПа. Композит СВМПЭ-МУНТ 130 °С и его аналог без МУНТ имеют высокую пластичность (максимальное удлинение 700 и 710 % соответственно) и повышенный модуль Юнга 310 и 300 МПа соответственно.

* © Маркевич И.А., 2019

При этом чистый СВМПЭ, подвергнутый УЗ обработке при температуре 130 °С, сохраняет прочность исходного полимера 29 МПа, в отличие от аналогичного композита с МУНТ – 24 МПа.

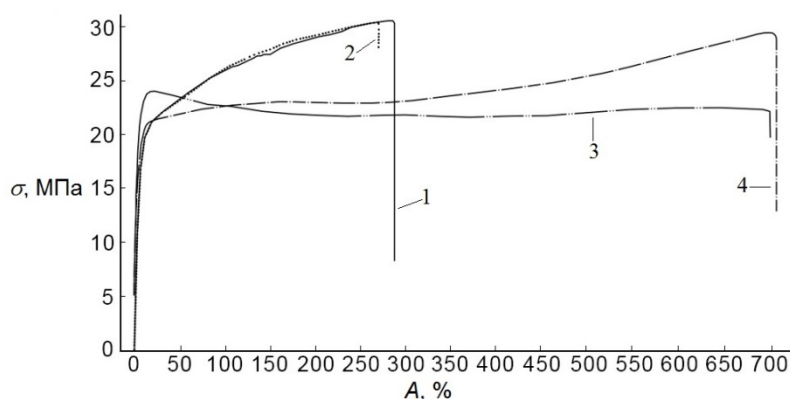
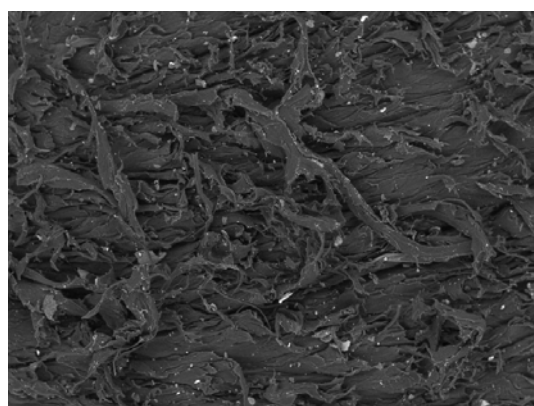
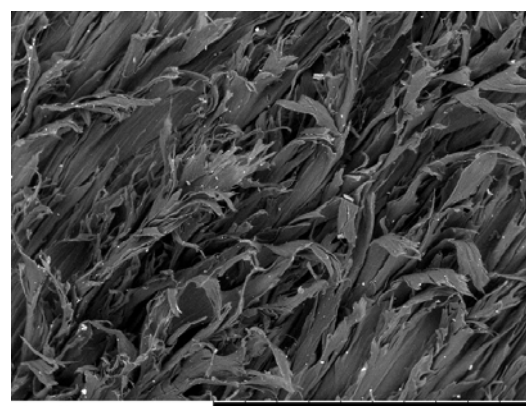


Рис. 1. Кривые зависимостей напряжения от относительного удлинения при растяжении чистого СВМПЭ (1), композитов СВМПЭ-МУНТ 90 °С (2), СВМПЭ-МУНТ 130 °С (3) и его аналога без МУНТ (4)

Была изучена износостойкость материалов при их истирании по возобновляемой поверхности (ГОСТ 23509–79). На растровом электронном микроскопе Hitachi TM3000 (Япония) получены изображения поверхностей образцов чистого СВМПЭ и композита СВМПЭ-МУНТ после истирания, представленные на рис. 2. Результаты показали, что чистый СВМПЭ и композит СВМПЭ-МУНТ 90 °С имеют одинаковую истираемость и структуру изношенной поверхности (рис. 2, а). Однако истираемость композита СВМПЭ-МУНТ 130 °С и его аналога без МУНТ уменьшилась на 37 % по сравнению с образцом чистого СВМПЭ. Поверхности образцов СВМПЭ-МУНТ 130 °С и его аналога без МУНТ после испытания на износ имеют одинаковую волокнистую структуру (рис. 2, б).



а



б

Рис. 2. Изображения поверхностей образцов чистого СВМПЭ (а) и композита СВМПЭ-МУНТ 130 °С (б) после испытания на истирание

Для того чтобы понять причину различий физико-механических характеристик образцов они были исследованы методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Рассчитана степень кристалличности материалов по формуле $X = (\Delta H_m / \Delta H_0) \cdot 100 \%$, где ΔH_m – энтальпия плавления образца, рассчитанная из площади под эндотермическим пиком плавления, $\Delta H_m = 290$ Дж/г – энтальпия плавления полимера со степенью кристалличности 100 % [2]. ДСК тесты показали, что температура плавления образцов чистого СВМПЭ и композита СВМПЭ-МУНТ, полученного при температуре 90 °С, равна 138 °С, а степень кристалличности 46 %. Композит СВМПЭ-МУНТ, полученный при 130 °С, и его аналог (без МУНТ) имеют повышенную температуру плавления равную 142 °С и увеличенную кристалличность 56 %.

Судя по всему, УЗ воздействие на раствор СВМПЭ при высокой температуре 130 °С приводит к нарушению Ван-дер-Ваальсовых связей между отдельными полимерными цепями, которые распределяются в среде растворителя в виде индивидуальных цепочек или слабосвязанных сгустков. При охлаждении раствора свободные полимерные цепи формируют энергетически выгодные кристаллические и полукристаллические фазы с меньшей потенциальной энергией. При этом увеличивается либо количество структурных образований, либо их размер, что и приводит к соответствующему увеличению модуля упругости материалов. Можно предположить, что аморфная фаза полимера получается менее «запутанной», чем у исходного СВМПЭ, что объясняет увеличение пластичности материалов, полученных при 130 °С. Увеличение износостойкости также можно объяснить снижением «переплетения» полимерных цепей в материале, что уменьшает способность абразивных частиц наждачной бумаги, используемой в испытаниях на истираемость, вырывать фрагменты образца. В результате поверхность материала после истирающего воздействия приобретает волокнистую текстурированную структуру (рис. 2, б), в отличие от изношенной поверхности чистого СВМПЭ (рис. 2, а). Введение МУНТ в СВМПЭ при температуре перемешивания 130 °С снижает прочность полиэтилена при растяжении. По-видимому, отсутствует надежная связь между СВМПЭ и МУНТ, которые представляют собой дефекты, распределенные в матрице полимера.

В работе методом перемешивания компонентов в растворе получены СВМПЭ-МУНТ композиты. Показано, что введение МУНТ в СВМПЭ методом перемешивания в растворе при температуре 90 °С не изменяет физико-механические свойства полиэтилена. Введение МУНТ в СВМПЭ перемешиванием с помощью УЗ воздействия при температуре 130 °С изменяет физико-механические свойства полиэтилена не за счет введения нанотрубок, а за счет УЗ воздействия на раствор полимера, в результате чего при охлаждении формируется отличная от исходной микроструктура с повышенной степенью кристалличности. Такой материал отличается увеличенной пластичностью и износостойкостью.

За помощь в работе благодарим Мацько Михаила Александровича, кандидата химических наук, зав. лаб. ИК СО РАН им. Г. К. Борескова, и его коллег.

Список литературы

1. Маркевич И. А., Селютин Г. Е., Дрокин Н. А., Беляев Б. А. Синтез и электрофизические свойства композитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена // Журнал СФУ. Техника и технологии. 2018. Т. 11. № . 2. С. 190–197.
2. Bhateja S. K, Andrews E. H., Yarbrough S. M. Radiation Induced Crystallinity Changes in Linear Polyethylenes: Long Term Aging Effects // 1989. Polymer Journal V. 21. P. 739–750.

О ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ НИКЕЛЕВЫХ НАНО-, МИКРОДИСКОВ

З.И. Назарова, А.Н. Назаров*

Научный руководитель В.А. Орлов
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Известно, что при определенных соотношениях толщины и радиуса микро- или наноточки $\Delta = L/R$ могут реализовываться вихревая или доменная структуры намагниченности [1, 2]. Такое поведение присуще магнетикам из большинства магнитомягких материалов. Образование вихревой структуры связано с конкуренцией между обменным взаимодействием и магнитостатической энергией, которая вынуждает замыкаться намагниченности у боковой поверхности круглого микропятна. При этом в центре магнетика намагниченность вынуждена выйти из плоскости и образовать так называемое ядро магнитного вихря.

В последнее время очень популярно исследование поведения именно кора вихря в статических и динамических магнитных полях, исследование взаимодействия вихревой структуры со спин-поляризованным током, межчастичное взаимодействие вихревых структур [3–9]. Но не все ферромагнетики в области Δ , где по теоретическим оценкам должна реализовываться вихревая структура, обладают ею. В частности, никель, обладая отрицательными константами магнитострикции по основным направлениям и одновременно относительно низким значением намагниченности насыщения, не показывает наличие кора. Более того, намагниченность никелевого микропятна, располагаясь в плоскости при некоторых толщинах и высоком процентном содержании никеля, не выказывает тенденции к замыканию, а напротив, стремится расположиться перпендикулярно боковой поверхности магнетика [10] (см. рис. 1).

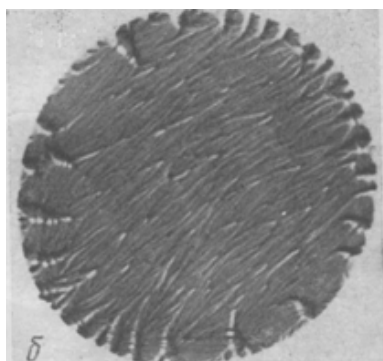


Рис. 1. Доменная структура микропятна
(94 % Ni, диаметр 300 мкм, толщина 0,06 мкм)

* © Назарова З.И., Назаров А.Н., 2019

Такое поведение намагниченности мы связываем с преобладанием поля анизотропии вблизи края магнетика по сравнению с полями рассеяния. Качественно физическая картина выглядит следующим образом. Из-за малой толщины ферромагнитного пятна по его периметру наблюдается повышенное значение энергии свободной поверхности, вследствие чего возникают механические напряжения, приводящие к изменению константы анизотропии (магнитоупругий эффект) и обеспечивающие радиальное направление осей легкого намагничивания. Упругие напряжения на свободной поверхности магнетика подобны избыточному давлению Лапласа, возникающему в жидкостях из-за эффекта поверхностного натяжения.

Проведем численные оценки поправки константы анизотропии вблизи периметра магнетика, возникающей из-за магнитоупругого эффекта. Магнитоупругую энергию можем оценить из соотношения:

$$E_{str} = B_1 \left\{ e_{xx} \left(\alpha_1^2 - \frac{1}{3} \right) + e_{yy} \left(\alpha_2^2 - \frac{1}{3} \right) + e_{zz} \left(\alpha_3^2 - \frac{1}{3} \right) \right\} + B_2 (e_{xy} \alpha_1 \alpha_2 + e_{yz} \alpha_2 \alpha_3 + e_{zx} \alpha_3 \alpha_1),$$

где $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – направляющие косинусы спинов, B_1, B_2 – константы магнитоупругой связи материала, коэффициенты e образуют тензор деформаций. Равновесное состояние определяется из условия минимума полной энергии магнетика с учетом магнитостатики, обмена, магнитоупругой энергии и энергии кристаллографической анизотропии. Если образец поликристаллический, то он лишен анизотропии, и тензор деформаций имеет простой диагональный вид.

Геометрическая модель микроточки показана на рис. 2. Заметим, что прямые углы между гранями на боковой поверхности магнетика реализоваться не могут из-за межатомного взаимодействия, приводящего к «округлению» острых краев.

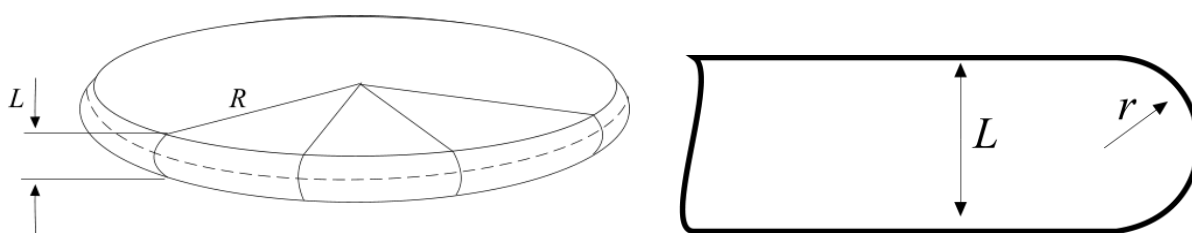


Рис. 2. Модель микродиска. Боковая поверхность закруглена (слева). Боковая поверхность микродиска в срезе (справа).

Механическое напряжение, возникающее на боковой поверхности, оценим с помощью формулы Лапласа:

$$\eta = \sigma \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right). \quad (1)$$

Здесь σ – коэффициент поверхностного натяжения твердого никеля; r и R – главные радиусы кривизны боковой поверхности пятна. Радиус R показан на

рис. 2 пунктирной линией, радиус r показан на рис. 3. В нашем случае $r \ll R$. Кроме того, положим, что $r \approx L/2$. Тогда выражение (1) принимает вид:

$$\eta = \frac{2\sigma}{L} \quad (2)$$

Вследствие малости толщины пятна по сравнению с его радиусом можно воспользоваться одномерным приближением для оценки поправки к константе анизотропии [11, 12] (тензор деформаций имеет лишь один ненулевой компонент). В результате сжатия боковой поверхности возникает эффективное легкое направление намагничивания перпендикулярно боковой поверхности с константой:

$$K_{eff} \approx \frac{3}{2} \lambda \eta = 3 \frac{\lambda \sigma}{L} \quad (3)$$

Подстановка в выражение (3) характерных значений параметров никеля $\sigma \approx 2.0 \text{ Дж/м}^2$, $\lambda \approx 3.5 \times 10^{-4}$ [11] для микроточки толщиной порядка 0.04 мкм получим $K_{eff} \approx 5 \times 10^3 \text{ Дж/м}^3$. Это значение сравнимо с величиной кристаллографических констант анизотропии недеформированного никеля, то есть на краю микродиска эффективная анизотропия увеличивается практически в разы. Эти оценки хорошо согласуются с результатами экспериментальных измерений константы вблизи края диска [10]. Заметим, что по мере увеличения толщины магнетика рассмотренный выше краевой эффект должен ослабевать и структура намагниченности вблизи периметра станет более сложной, комбинируя в себе как области с замыканием намагниченности, так и участки с выходом намагниченности из поверхности микроточки.

Таким образом, оценки подтверждают предположение о причинах возникновения заметной анизотропии радиальной симметрии, преобладающей над полями рассеяния. Показана ключевая роль упругих напряжений в образовании эффективной анизотропии, преобладающей над полями рассеяния.

Список литературы

1. Pigeau B., de Loubens G., Klein O., Riegler A., Lochner F., Schmidt G., Molenkamp L. W., Tiberkevich V. S., Slavin A. N. A frequency-controlled magnetic vortex memory // *Appl. Phys. Lett.*, 2010. V. 96. P. 132506.
2. Loubens G., Riegler A., Pigeau B., Lochner F., Boust F., Guslienko K. Y., Hurdequint H., Molekamp L. W., Schmidt G., Slavin A. N., Tiberkevich S., Vukadinovic N., Klein O. Phys., Bistability of Vortex Core Dynamics in a Single Perpendicularly Magnetized Nanodisk // *Rev. Lett. B.* 2009. V. 102. P. 177602.
3. Kim J., Choe S.-B. Simple harmonic oscillation of ferromagnetic vortex core // *J. Magn.* 2007. V. 12, P. 113.
4. Novosad V., Fradin F. Y., Roy P. E., Buchanan K. S., Guslienko K. Yu., Bader S. D. Magnetic vortex resonance in patterned ferromagnetic dots // *Phys. Rev. B.* 2005. V. 72. P. 024455.

5. Ким П. Д., Орлов В. А., Прокопенко В. С., Замай С. С., Принц В. Я., Руденко Р. Ю., Руденко Т. В. О низкочастотном резонансе магнитных вихрей в микро- и нанопятнах // ФТТ. 2015. Т. 57. С. 29.
6. Прокопенко В. С., Васильев Г. Г., Иванов В. П., Черкашин В. С., Дрокин Н. А. «Краевая анизотропия» в поликристаллических ферромагнитных пленках // Известия АН СССР, сер. : физ. 1972. Т. 36, № 6. С. 1163–1165.
7. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные свойства вещества, М. : Мир, 1983. 304 с.
8. Kumar A., Fahler S., Schlorb H., Leistner K., Schultz L. Competition between shape anisotropy and magnetoelastic anisotropy in Ni nanowires electrodeposited within alumina templates // Phys. Rev. B. 2006. V. 73. P. 064421.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРБОНАТНЫХ ОТХОДОВ

А.А. Сергеев*

Научный руководитель А.Е. Бурученко
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Рост всех отраслей промышленности ведет к все большему образованию много тоннажных техногенных отходов производств. Задача их утилизации в последние годы становится особенно актуальной, так как нарастают экологические проблемы и продолжают отчуждаться земельные участки под отвалы и полигоны [1].

В настоящее время ведется большое количество исследовательских работ и промышленных разработок, в которых техногенные отходы используются как вторичное сырье или являются одним из исходных компонентов при изготовлении различных материалов и изделий [2].

К перспективному направлению использования техногенных отходов можно отнести их введение в состав керамических масс для изготовления кирпича, плиток, блоков, черепицы и т. д. [3]. Практический интерес представляют отходы известковых пород, так как они в основном состоят из кальцита, который в составе керамических масс при обжиге изделий может выполнять функции отошителя, плавня и способствовать формированию новых кристаллических фаз [4].

Целью данной работы является исследование карбонатных мелкозернистых отходов (до 50–100 мкм.) Назаровского щебеночного завода и определение возможности их использования в керамическом производстве.

Рентгеноструктурные исследования показали, что они в основном состоят из карбоната кальция (CaCO_3). В незначительном количестве присутствует кварц и полевой шпат (в виде ортоклаза) (рис. 1).

Из рис. 2 видно, что в процессе нагревания отходов карбонат кальция начинает распадаться при 800 °С с образованием CaO . Распад завершается при 1100 °С. С этой же температуры отмечается снижение линий интенсивности оксида кальция, что обуславливает разупорядочивание его структуры. При 1350 °С он практически расплавляется.

Для изучения возможности использования мелкодисперсных карбонатных отходов в производстве керамических материалов бралась легкоплавкая глина Первомайского месторождения. Основными ее глинистыми минералами являются монтмориллонит и каолинит. Неглинистые минералы присутствуют в виде кварца и ортоклаза. В незначительном количестве на рентгенограммах данного сырья отмечается присутствие гидрослюд и оксида железа.

* © Сергеев А.А., 2019

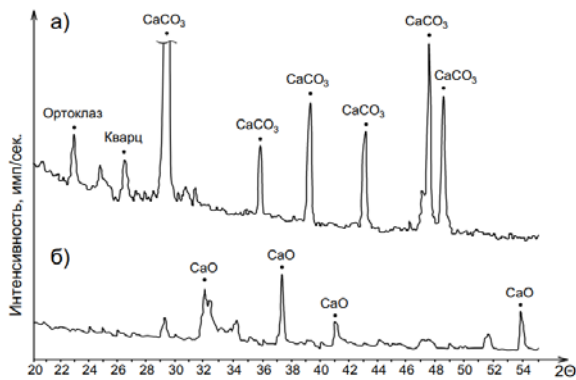


Рис. 1. Рентгенограмма карбонатных отходов Назаровского щебеночного завода: а – исходное состояние; б – обожженные при $t = 1350\text{ }^{\circ}\text{C}$

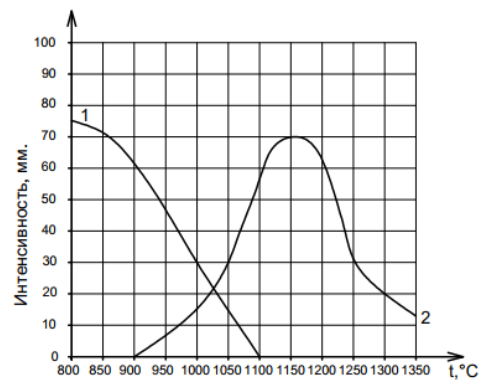


Рис. 2. График изменения линий интенсивности дифракционных максимумов отходов от температуры обжига: 1 – CaCO₃; 2 – CaO

Для проведения исследований тонкодисперсные карбонатные отходы размалывались до прохода через сито 0,05 и вводились в количестве 10 % в предварительно просушенную, размолотую и просеянную глину. Из подготовленных керамических масс формовались образцы цилиндрической формы диаметром и высотой 2 см полусухим способом при давлении 20 МПа. Затем они сушились, обжигались при температурах 700–1150 °C с интервалом 50 °C и выдержкой при конечной температуре 20 минут. После обжига у образцов рассчитывали огневую усадку, прочность на сжатие и исследовали фазовый состав рентгеноструктурным методом. Кроме того, непосредственно у образцов в процессе обжига измерялась электропроводность.

Проводились эксперименты с составами трех видов: состав № 1 – 90 % глины + 10 % отходов (без обжига); состав № 2 – 90 % глины + 10 % отходов (обожженных при 1000 °C); состав № 3 – 90 % глины + 10 % отходов (обожженных при 1000 °C) + 7 % молотого стеклобоя.

Результаты проведенных экспериментов отражены на рис. 3, 4.

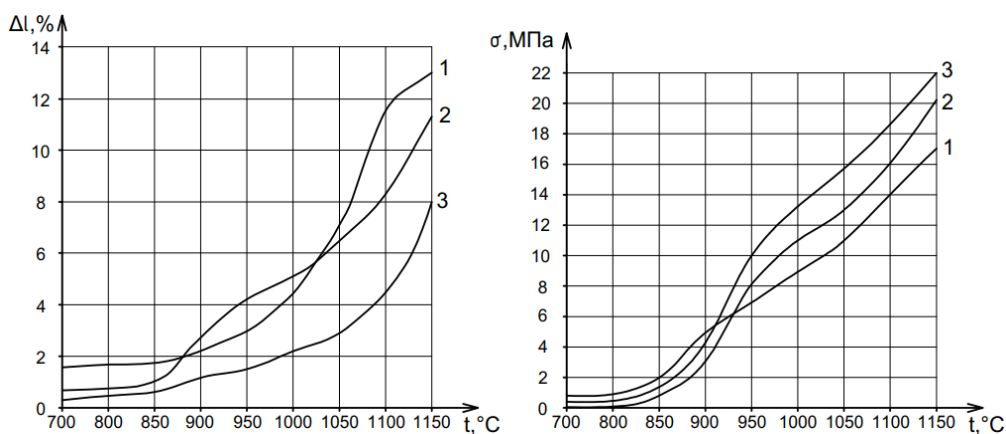


Рис. 3. Кривые изменения огневой усадки (Δl) и прочности (σ) образцов от температуры обжига для составов № 1, № 2, № 3

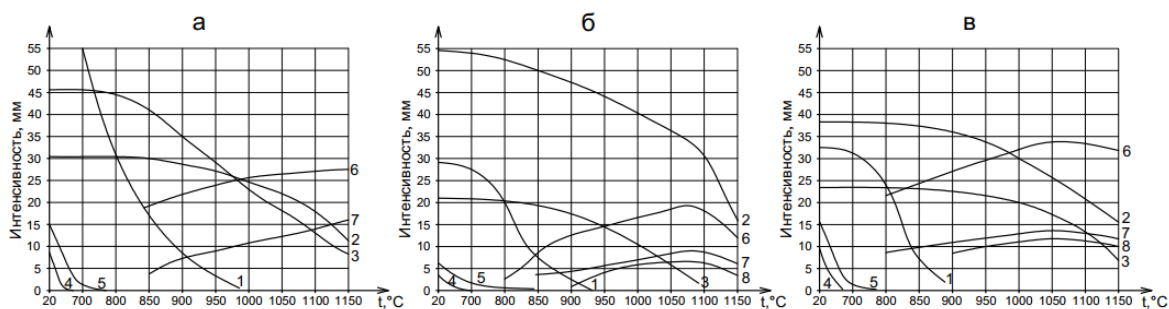


Рис. 4. Графики изменения линий интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов составов № 1(а), № 2(б), № 3 (в): 1 – CaCO_3 ; 2 – кварц; 3 – ортоклаз; 4 – каолинит; 5 – монтмориллонит; 6 – анортит; 7 – диопсидовая фаза; 8 – муллит

Анализ результатов изменения огневой усадки и прочности образцов составов № 1 и № 2, показал, что при введении в керамические массы обожженных отходов, линейная усадка снижается с 11,8 до 8,0 % при температуре 1100 °С, а прочность увеличивается с 13,8 до 16,2 МПа.

Анализ поведения минералов в процессе обжига образцов составов № 1 и № 2 показал, что с использованием обожженных отходов образование жидкой фазы начинается при более низкой температуре. Жидкая фаза способствует формированию новых минералов в виде анортита, диопсидовой фазы и муллита. Однако при этом значительного увеличения прочностных свойств образцов не происходит. Это, по всей вероятности, обусловлено недостаточным количеством образовавшейся жидкой фазы, которая формируется за счет плавления ортоклаза и взаимодействия CaO с кварцем.

Для увеличения количественного содержания жидкой фазы при более низких температурах обжига в состав № 2 вводили размолотый стеклобой в количестве 7 % от общей массы. После обжига образцов проводились аналогичные исследования, результаты которых показали, что увеличение количества жидкой фазы привело к более интенсивному формированию анортита, диопсидовой фазы и муллита. На более раннее появление жидкой фазы указывают и результаты изменения электропроводности образцов, что выражается в виде характерного изменения зависимости электропроводности образца от температуры обжига.

На основании проведенных исследований установлено:

- мелкодисперсные карбонатные отходы от производства щебня могут использоваться в качестве плавня при обжиге керамических изделий до температуры 1100 °С. При этом структура керамического черепка формируется анортитом, диопсидовой фазой, не растворившимся кварцем и стеклофазой;
- введение в состав керамической массы обожженных мелкодисперсных отходов, в которых отсутствует CaCO_3 , будет способствовать устранению трещинообразования изделий при нагревании и ускорять процесс формирования кристаллов анортита, диопсидовой фазы и муллита;
- для повышения прочностных характеристик изделий целесообразно в керамические массы, наряду с обожженной карбонатной составляющей, вво-

дуть стеклобой, который приводит к увеличению количества жидкой фазы, способствующей росту новообразований;

– мелкодисперсные карбонатные отходы от производства щебня могут быть использованы в керамических массах как полевошпатовый заменитель и как компонент для образования анортита, диопсидовой фазы и муллита, которые, армируя структуру изделия, обеспечивают ему повышенные прочностные свойства.

Список литературы

1. Орешкин Д. В. Экологические проблемы комплексного освоения недр при масштабной утилизации техногенных минеральных ресурсов и отходов в производстве строительных материалов // Строительные материалы. 2017. № 8. С. 55–59.

2. Клименко Н. Н., Колокольчиков И. Ю., Михайленко Н. Ю., Орлова Л. А., Сигаев В. Н. Новые строительные материалы с повышенной прочностью на основе отходов металлургии // Стекло и керамика. 2018. № 5. С. 44–45.

3. Салахов А. М., Морозов В. П., Лис О. Н., Пасынков М. С. Керамические материалы из легкоплавких глин, модифицированных промышленными отходами предприятий нефтехимического комплекса // Строительные материалы. 2016. № 12. С. 46–51.

4. Бурученко А. Е., Харук Г. Н., Мушарапова С. И., Сергеев А. А. Влияние карбоната кальция на формирование фазового состава керамики на основе легкоплавких и тугоплавких глин при обжиге // Изв. высш. уч. зав. Строительство. 2018. № 2. С. 21–30.

English for Engineering

FIRST-PRINCIPLE STUDY OF STRUCTURAL AND MAGNETIC PROPERTIES OF $\text{CaMnTi}_2\text{O}_6$ AND $\text{CaFeTi}_2\text{O}_6$

N.D. Andryushin*

Language Supervisor V.G. Anduseva
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Recently, multiferroics have attracted a significant amount of attention as they potentially offer a wide range of engineering applications in electronic devices. Essential feature of multiferroic materials is their ability to exhibit ferroelectric properties and magnetic ordering simultaneously. Perovskite-type structures are promising as a possible basement for multiferroic crystals [1]. Calculation of structural, magnetic and vibrational properties may assist in an analysis and an interpretation of diffraction and scattering experiments. In this work theoretical investigation of double A-site ordered perovskite $\text{CaMnTi}_2\text{O}_6$ and $\text{CaFeTi}_2\text{O}_6$ crystals by means of the first-principle approach was performed. At the moment in literature it is reported that $\text{CaFeTi}_2\text{O}_6$ synthesizes in nonpolar distorted phase and has the ferromagnetic ordering of iron magnetic moments as a ground state. $\text{CaMnTi}_2\text{O}_6$ synthesizes in polar phase (ferroelectric) and has the antiferromagnetic ordering of manganese magnetic moments as a ground state.

For $\text{CaFeTi}_2\text{O}_6$ crystal the double perovskite structure (space group $P4/mmm$) is shown in Fig. 1. Titanium ions occupy octahedra formed by six oxygen ions. Calcium and iron ions are placed in empty positions between octahedra in staggered ordering in XY-plane. The $P4/mmm$ phase is not stable and it's energetically favorable to transit into the distorted state. In the distorted phase (space group $P4_2/nmc$) TiO_6 octahedra are tilted, the structure is still centrosymmetric. After additional polar distortion space group may be changed to $P4_2mc$. The spontaneous electronic polarization can appear in that phase.

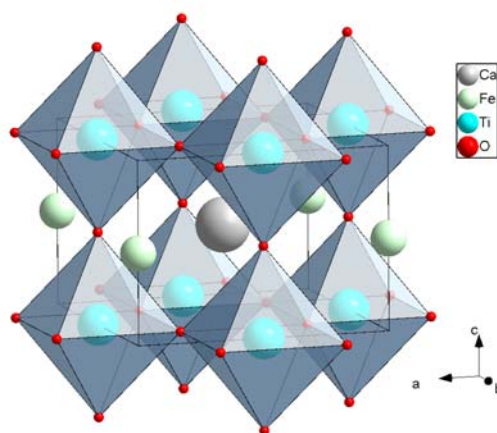


Fig. 1. Structure of double perovskite $\text{CaFeTi}_2\text{O}_6$ in $P4/mmm$ phase

* © Andryushin N.D., 2019

Structural parameters of ground state (lattice parameters and ions coordinates) were calculated for both crystals in the high temperature phase (P4/mmm), in the distorted phase (P4₂/nmc) and the polar (ferroelectric) phase (P4₂mc) within density functional theory (DFT). For CaMnTi₂O₆ parameters of the polar phase were compared with experimental data [2]. For CaFeTi₂O₆ similar comparison was done in the distorted phase. All the results are in a good agreement with experiment [3].

Also the magnetic properties were investigated in both crystals with first-principle approach. As a ground state, an antiferromagnetic ordering of Mn ions' magnetic moments in CaMnTi₂O₆ and ferromagnetic ordering in Fe ions' magnetic moments in CaFeTi₂O₆ were obtained. Since it is energetically favorable for CaMnTi₂O₆ to transit into polar phase and gain spontaneous electric polarization and magnetic ordering, this material can be treated as a multiferroic.

References

1. Ruiz-Fuertes J. et al. Ambient-temperature high-pressure-induced ferroelectric phase transition in CaMnTi₂O₆ // *Physical Review B*. 2017. 96.9. P. 094101.
2. Aimi A. et al. High-Pressure Synthesis of A-Site Ordered Double Perovskite CaMnTi₂O₆ and Ferroelectricity Driven by Coupling of A-Site Ordering and the Second-Order Jahn – Teller Effect // *Chemistry of Materials*. 2014. 26.8. P. 2601–2608.
3. Leinenweber K. et al. High-pressure perovskites on the join CaTiO₃-FeTiO₃ // *Physics and Chemistry of Minerals*. 1995. 22.4. P. 251–258.

**COLOR PSYCHOLOGY:
HOW COLORS WORK IN DESIGN
AND ARCHITECTURE TO AFFECT US**

A.D. Barkhutova*

Language supervisor O.A. Filonchik
PhD, Associate Professor
Siberian Federal University

Colors are an integral part of our life. Whether we realize it or not, they surround us everywhere: it may be the color of environment you are in, the color of your clothes or even the color of breakfast you had yesterday. But let's take a step back and agree that the origin of all colors lies in nature. What is the purpose of animals and plants using color? Most part of time they use it to deliver a message, competition or for camouflage. But how do we unconsciously understand the meaning of these signs? This brings us to the color psychology and how colors work, especially how they work in design.

Color is closely connected with association. For example, thinking about spicy food probably makes you picture the color red. Red is also often perceived as the color of danger. On the other hand, red color in Japanese culture denotes strength, passion and nobility. Thus, the meaning of color for one individual depends on his or her nationality and culture. While Westerners see white as the color of innocence and purity, in some Asian cultures, white is the color of mourning. Depending on very personal and subjective interpretation, color can bring to user memory about something or give him or her a headache. "The color is not important in itself. What is vastly more important is the response to it" [1].

Light and color impact how we feel in space. They affect our visuals and perception. Certain colors are used to achieve certain effect. "There is some evidence to suggest that light of different colors entering the eye can indirectly affect the center of emotions in the hypothalamus, which in turn affects the pituitary gland. This master gland controls the entire endocrine system, including the thyroid and sex glands, and so controls the harmonic levels of this system and the moods consequent upon them" [1]. What really concerns the architects and the designers is the fact that colors have influence on the psychological condition of the user and even have physiological outcomes. Colors can modify our behavior, affecting our alertness and focus. What is more, depending on its position in architectural space color can change its emotional influence on user. For example, yellow ceiling will enliven and excite the user, yellow walls will make the room seem warmer and yellow floor will be perceived unnaturally, will confuse the user.

* © Barkhutova A.D., 2019



Fig. 1. Anish Kapoor – Leviathan



Fig. 2. Burroughs Company Building

Color strongly influences human emotions and physiology. Red stimulates the sympathetic nervous system, increases brain wave activity, and sends more blood to the muscles, thus accelerating heart rate, blood pressure, and respiration. Blue triggers the parasympathetic nervous system and is credited with a tranquilizing effect” [1]. It should be noted that color is one of the strongest weapons in marketing, making 84 % of customers buy a particular product only for this characteristic. Certain colors even make us purchase goods. The colors orange and red, for example, make you hungrier, that is why they are so widely used in food industry.



Fig. 3. Orange cupcakes



Fig. 4. Acrylic hairclips

It can be concluded, that what a user does and why, and the thoughts and feelings that accompany those actions, are linked somehow to interactions with the de-

signed environment, especially color. Color affects feelings and emotions and has strong influence in general.

References

1. Walid Abdel Moneim Abdel Kader. Does Design Affect Our Senses? – Access mode: https://scholar.cu.edu.eg/?q=w_moneim/files/architecture_and_human_behavior_colored.pdf.
2. Anish Kapoor – Leviathan – au Grand Palais Paris, France – Access mode: <https://www.pinterest.ru/pin/438749188672483462>.
3. Acryl hair clips <https://www.pinterest.ru/pin/577586720939361968>.

TRANSPARENT CONCRETE

P.K. Baryshnikova, R.V. Voytov*

Language supervisor S.V. Ryzhova
Candidate OF Culturology, Associate Professor

Siberian Federal University

Modern construction industry is looking for new materials and technologies. The most required characteristics of materials are functionality, durability and aesthetic component. The most used material in modern construction – concrete, unfortunately, does not possess all these characteristics to the full. No doubt, concrete is a durable building material that has high quality characteristics and long service life. However, it has some disadvantages. One of them is an unaesthetic appearance of concrete, which requires additional finishing. This is the set of qualities that transparent concrete has. But, there is some new building material that solves the problem of not aesthetic appearance and lack of natural lighting in rooms. A new type of concrete is a transparent one, which has all the three necessary above-mentioned characteristics. This building material allows you to create unique design solutions for the construction of buildings and structures.

Transparent concrete is the new type of concrete introduced in modern era which carries special property of light transmitting due to presence of glass fibres and is also known as translucent concrete or light transmitting concrete. It is lighter than conventional concrete having special features such as low density and thermal conductivity with main advantage of reduction in dead weight, faster building rate in construction, lower haulage & handling cost. Light is transmitted from one surface of the brick wall to the other due to optical fibres strands along the overall width of the wall which allows light to pass through. An optical fibre is a flexible, transparent fibre made of glass (silica) or plastic, slightly thicker than a human hair & can function as waveguide, or "light pipe" to transmit light between the two ends[1].

Despite the high cost of transparent concrete, as previously stated, it is popular with architects because it has some advantages. The main one of this material is that on large scale objects the texture is still visible. It has very good architectural properties for giving good aesthetical view to the building. In addition, this material has the property of good light transmission that can be used in places of construction where it is necessary. Also, it is totally environment friendly because of its light transmitting characteristics, so energy consumption can be reduced[2].

Transparent concrete has very attractive appearance, but it became popular not at once. As a material for the construction of parts of buildings and structures, it was first used in Germany in 2005. Transparent concrete blocks came to Russia in 2012 and its use is limited in our country. There are no domestic analogues of this material, and importing it from abroad is quite expensive.

* © Baryshnikova P.K., Voytov R.V., 2019

It is also important to mention the fact that there are several approaches engineers have come up with for the production of translucent concrete. One approach is to exchange the traditional concrete ingredients with transparent or translucent alternatives such as pieces of plastic or glass. The binding agent too can be switched with a type of transparent glue. Another approach is the “combination of optical fibers in fine concrete” – a formula explored by Hungarian Architect Aron Losoncze. This formula uses very fine aggregate to encase optical fibers that then allow light to transmit from one side of a block to the other. This is a slow, manual process where concrete and optical fibers are layered over each other creating a long beam that is then cut into blocks. This is the most fully explored and common method for producing translucent concrete to date.

Products of an actual transparent concrete company may be used as an example. The product is a precast concrete product. Consider the method of its creation: a special method (in the original special process) fiber-optic cables are introduced into the fine-grained concrete. Due to the relatively low portion of the fabric, the strength and consistency of translucent concrete is equivalent to high strength concrete.

Table

Properties of transparent concrete panel

Available sizes	1.500 x 1.000 mm or 2.000 x 1.000 mm
Thickness	20 or 30 mm
Colors	Standard: white, black and gray Other colours on request
Surfaces	grinded, blasted, brushed, scorched, satined, factory-impregnated grinding, drilling, polishing, sawing, blasting
Concrete type	high performance concrete
Fibers	300.000 fibers/m ² Ø 0,4 mm
Compressive strength	> 100 N/mm ²
Bending tensile strength	> 10 N/mm ²
Apparent density	2.300 – 2.400 kg/m ³
Characteristics	water proof (class XC4) high freeze-thaw resistance (class XF4)
Norm	DIN EN 1341

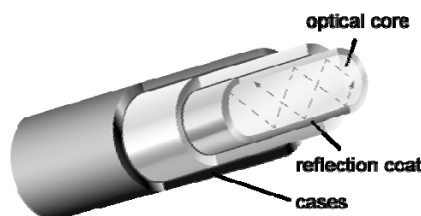


Fig. 1. Scheme of optical fiber element

Due to the fact that transparent concrete has several advantages, it has many applications. Unique material is most often used for decorative purposes. High

strength allows erecting from its internal partitions in rooms, providing access for more light. This version of the interior walls is especially in demand in office premises, in the design of cafes and restaurants, as well as entertainment complexes. A transparent composite is often cut to tiles for wall, floor or ceiling decoration. Using of the material as the main one in the construction of buildings is possible, but economically impractical.

One of the examples that can be examined more closely is the Italian exhibition center built as part of World Expo Shanghai 2010. The core challenge was to build a big showcase of Italian excellence in the quality fields of urban areas, technological development and innovative materials made in Italy.

The exhibition structure is 18 m high, with a plan of about 3,600 m², and is configured as a system of separate parts forming a geometrically unitary object. The building was built with transparent cement i.light®, a newly developed cement-based material by Italcementi Group, which has fully met the expectations of the Commissioner General of the Italian Government for Expo 2010 and of the architect Giampaolo Imbrighi.

3,774 transparent panels made of i.light® cover a total area of 1,887 m², the equivalent of about 40 % of the whole architectural structure, generating in the building a sequence of lights and shadows that change constantly throughout the day. Moreover there are approximately 50 holes in each 500 x 1,000 x 50 mm (19.7 x 39 x 2 inch) panel, resulting in an overall transparency of about 20 percent. The composition of the light transmitting fiber includes The resins of different colors which react both with natural and artificial light creating a warm and soft light inside the building and an image of bright shininess on the outside. The transparent panels are proposed as architectural components with different but integrating functions as internal lighting (shading and light scattering techniques) and thermal insulation (conductivity of the plastic component is quite low)[3].

On the whole we can say that transparent concrete is a unique modern building material, that has not only an outstanding appearance, but also useful practical qualities. Its strength, durability and longevity does not concede to the usual concrete solution. Modern transparent concrete has very interesting exterior characteristics, while maintaining all the valuable performance qualities of ordinary concrete. This combination makes it very attractive for the construction of concrete buildings with unusual structural elements. That is why this innovation has found wide application in architecture and design as a building and decorative material.

Reference

1. Shreyas K. International Journal of Engineering Technology Science and Research Transparent concrete. 2018.
2. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development / Experimental study of light-transmitting concrete /Mashiri F., Altloamate A., Alatshan F., (et al.). 2016.
3. Arcvision [Electronic resource] : Italian pavilion – expo Shanghai 2010.

BLOCKCHAIN APPLICATION IN BUILDING CONSTRUCTION

V.A. Bazitov*

Language supervisor N.V. Baturina
Senior Lecturer

Siberian Federal University

A Blockchain is a decentralized linked data structure that is characterized by its inherent resistance to data modification [1].

The blockchain technology has a number of advantages over standard technologies of centralized data storage:

- 1) confidential data exchange between the subjects of a blockchain infrastructure without the intervention of an external system;
- 2) full control of the conducted options by the users at any time;
- 3) integrity and stability of data storage. Due to the system of distributed data storage, corruption, deletion or modification of data is impossible without the consent of all elements of the chain;
- 4) speed of transactions. Modern blockchain systems can reduce the waiting time for operations compared to centralized systems by an average of 30 – 70 %.

The blockchain consist of the following elements:

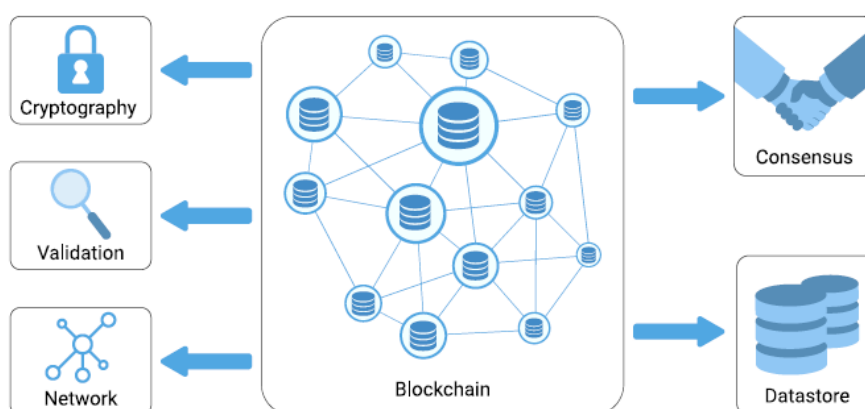


Fig. 1. The components of a blockchain system

- 1) Datastore is the data structure that stores all the data.
- 2) Consensus is the mechanism of the agreement that is responsible for the data integrity in the blockchain system.
- 3) Peer-to-peer network is a distributed computing environment. It performs system operations.
- 4) Validation is the process which is responsible for the correct state transition in the blockchain.
- 5) Cryptography is responsible for the security and privacy of the data [2].

* © Bazitov V.A., 2019

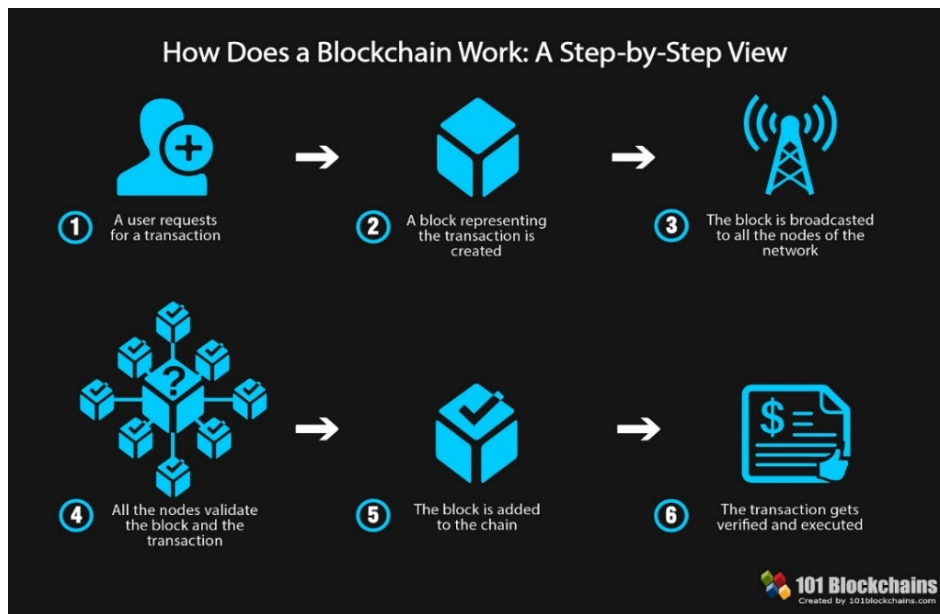


Fig. 2. How a blockchain works [3]

The blockchain ensures the network security using the concept of «key». You receive a private and public key; using this combination you will get a unique identification. Other users will use your public key to find you. With your private key, you can sign any action or authorize transactions related to your public key, and no one can hack you. The public key will be used as your wallet, and you will use the private key to cash out, send, or purchase digital money. It is important to keep your private key safe, if someone takes possession of it, they can access and abuse all your digital assets. Each transaction will have a public key, a digital signature, a unique identifier, and a timestamp. Public keys do not have any recognizable sequence, you do not put your name there. It will consist of random letters and numbers. That is why no one can track it to you or vice versa. You will also get the ability to generate as many keywords as you want, and come up with new key pairs in the process.

There are two main components of block storage: distributed books and smart contracts. A distributed book is a decentralized data storage system in which transactions are validated through a cryptographic signature. Smart contracts are rules that participants have collectively agreed to follow to confirm the integrity of the storage system. Such contracts can be in the form of a computer program that enforces all transactions with underlying legal agreements and monitors records that occur under legal agreements.

The accelerating growth rate of the construction industry contributes to the introduction of technologies of block and smart contracts based on it. Here is a minimal list of what blockchain will make and optimize:

- Protect shareholders from financial loss;
- Exclude of the possibility of «double» sale of real estate [4];
- Increase data availability;
- Speed up the workflow 10+ times;
- Reduce the mortgage interest rate;
- Monitor the terms of registration of contracts;

- Transfer a percentage of the transaction to the compensation fund;
- Reduce housing prices.

As an example of blockchain application in building construction we consider the ICO «Builderium». A client places his\her order on the platform with a detailed description, deadlines and sets the maximum price (amount), that s\he is willing to pay. Contractors are informed about the availability of this order and if the order suits them, they participate in the auction with a lower price. Each contractor has its own profile with ratings and a list of completed work by category. Therefore, the client knows who s\he trusts his\her order. All agreements on the platform are carried out through a smart – a contract executed on the Ethereum platform. And all the calculations will be made using the internal utility token service «BUILD». For servicing transactions, the platform will charge a fee in «BUILD» tokens. The contractor's specialization is determined on the basis of the qualifications of his employees. Therefore, there should be no doubt in the competence of the contractor. In addition, through the platform you can buy and sell equipment and materials [5].

Consider which incident in Krasnoyarsk could have been avoided if the blockchain technology had been used. In 2014, one of the largest fires occurred in Krasnoyarsk. The cause of the ignition was a poor quality of the building materials, which were used by the developer in the construction of the house. According to the rules of construction and safety, the facade of the house should be covered with fireproof insulation, in that case, the building covering burnt because of insufficient insulation. When using blockchain technologies, the purchase of construction materials would be transparent. This avoids the use of low-quality materials.

At the moment it is difficult to answer the question whether the blockchain will take root. But one can say for sure that further studies of this phenomenon are necessary. This need is determined by the speed of the technology development. The directions of prospective studies in this context may be the application of technology in various fields, including building construction.

Reference

1. Шольц Ю., Шелер Т., Соколов Ю. И. [и др.] Технология Blockchain. Принципы работы и перспективы применения. 2017. P. 67–73.
2. Qu Q., Nasrulin B., Muzammal M. Renovating blockchain with distributed databases: An open source system. 2018. P. 1–4.
3. 101Blockchains [Electronic resource]. URL: <https://101blockchains.com/ru/>
4. Grushin I. Y. The Blockchain is a solution to the problems of registration of real estate. 2018. P. 50–53.
5. Builderium [Electronic resource]. URL: <https://builderium.io/#>.

STUDY OF THE EFFECT OF THE RIPPLE COEFFICIENT OF LED LIGHTING

D.A. Bernadskiy*

Language supervisor V.M. Antolinovskaya

Siberian Federal University

A few years ago, led lighting equipment was an interesting novelty. Today, the world and domestic manufacturers of lighting equipment offer a wide range of led lamps for various purposes. Led lamps are used in all areas: on the streets, in industrial enterprises, in administrative and commercial premises. According to experts, in the near future led lighting will be actively used in homes instead of fluorescent lamps [1]. However, we do not even think about the influence of led lighting sources on our body. Which led lamps have a positive effect and which have a negative effect?

I was interested in the impact of led lighting sources on all living things. Indeed, what effect do lamps have on our organisms? In the course of research, I performed a number of experiments that will conclude about the quality and safety of led lamps, as they occupy an important place in our modern life.

Light has a strong influence on a person, both on the physical condition and mood. Visible light affects the tone of the nervous system, metabolism, immune and allergic reactions, performance and well-being [4].

There are several advantages and disadvantages of led lighting.

Advantages:

safe operation. Unlike energy-saving fluorescent lamps, the flask with LEDs is not sealed or filled with gas;

led lamps consume much less electrical energy (compared to other lighting sources);
working life of one led lamp can reach several decades.

Disadvantages:

led lamps suppress the secretion of melatonin (melatonin – a hormone responsible for the frequency of sleep and regulation of the daily rhythm);

white light hurts your eyes. The retina of the eye is most sensitive to blue light, which leads to its degradation during prolonged repeated exposure;

flicker. The harm of ripples from any artificial light source is proven several years ago [2].

Let's consider the third drawback in detail and conduct an experiment to measure the ripple factor of several popular led lamps.

Flickering at a frequency of 8 to 300 Hz have a negative effect on the nervous system. Both visible and invisible pulsations penetrate the visual organs into the brain and contribute to the deterioration of health. Led lamps are no exception. However, not everything is so bad. If the output voltage of the driver additionally passes quality filtering, getting rid of the variable component, the ripple value will not exceed 1 % [1].

* © Bernadskiy D.A., 2019

The coefficient of pulsations of lamps, in which the switching power supply is built, does not exceed 10 %, which meets the sanitary standards in force in the territory of the Russian Federation. The price of a lighting device with a high-quality driver cannot be low, and its manufacturer must be a well-known brand [5].

In order to measure the ripple factor, I assembled an electrical circuit consisting of a photocell and an oscilloscope. The ripple coefficient is calculated by the formula:

$$C_r = \frac{E_{max} - E_{min}}{E_a} \times 100 \%,$$

where C_r – ripple coefficient; E_{max} and E_{min} – the maximum and minimum values of illumination for the period of its oscillation, Lux; E_a – the average value of illumination for the same period, Lux [2].

The measurement results are shown in table.

Table

Experimental result

Lamp type and power	Lighting at a distance of 1 meter, Lux	Ripple coefficient, %
Energy-saving 15 W	100	9
Led 4.5 W	74	65
Incandescences 40W	54	20
Incandescences 60 W	112	15
Incandescences 100 W	238	9
Led 7 W	82	0.3
Led 8 W	63	87



Fig. 1. Device for measuring the ripple coefficient

In different places, the coefficient should not exceed:

nursery schools – 10 %;

places where computers are located – 5 %;

educational institutions – 10 %;

places where high – precision work is carried out – 10 % [1].

The ripple factor can also occur in manufacturing plants and can result in an accident. For example, the rotation of the component may coincide with the flickering of the lamp. In such a situation, the item will appear in a fixed position, which is not true.

As a result of the experiment, it can be concluded that the ripple coefficient of cheap led lamps is much higher than that of more expensive ones. Therefore, you should choose more expensive and high-quality led lamps.

References

1. Light-Emitting Diodes / E. Fred Schubert: Rensselaer Polytechnic Institute, 2018. P. 1–10.
2. Physics and technology of semiconductors / Zh. I. Alfero, 1998. Vol. 32. No. 1. P. P. 5–30.
3. The LEDs / A. Berg, 1979. P. 45–80
4. Journal of LED end LED lighting. URL: <https://ledjournal.info/>
5. Light-Emitting Diodes. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode.

CUTTING PROCESS OPTIMIZATION FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF MILLING OPERATION

D.E. Bobrov*

Language Supervisor T.V. Stupina
Candidate of Culturology, Associate Professor
Siberian Federal University

Nowadays in mechanical engineering milling is one of the main steps in the manufacturing process of details. It happens because of the development in milling technologies – number of equipment with four or five degrees of freedom has increased, also milling machines with numerical control are used mostly in factories. The ability to machine parts with complex profiles is one of the main advantages of such milling equipment. Currently, engineers are thinking about how to increase the efficiency of milling. There are some ways for achieving this goal: to improve milling equipment, to create new tool alloys and coating of milling tools. However, for many manufactories replacing machine tools with more advanced ones will be very expensive to get greater productivity, as well as tool replacement.

To date, CNC programmers who make text files for milling machines to operate on them use software that has an additional milling path – a trochoidal (Fig. 1). The difference between a trochoidal and a standard slot milling method is in the way the cutting trajectory is made: the cutting tool performs a circular movement in a trochoidal path which is calculated by a computer.

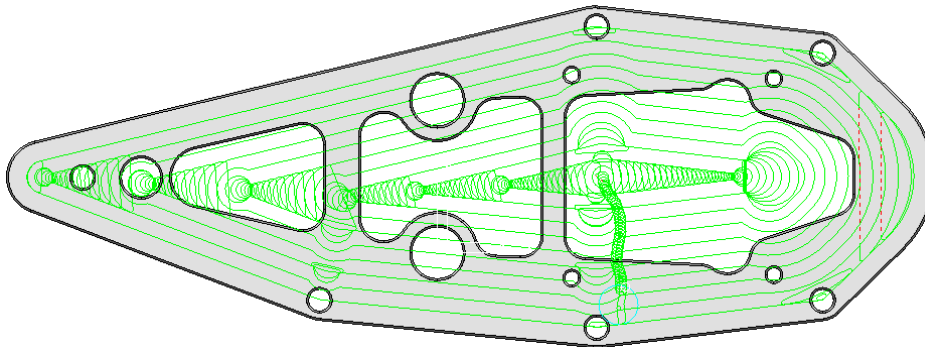


Fig. 1. Example of trochoidal milling

In order to determine the optimal cutting conditions it is required to calculate the milling force that will occur during the machining by Equation:

$$P_z = \frac{10C_p t^x s_z^y B^n z}{D^q n^w} K_{mp}, \quad (1)$$

* © Bobrov D.E., 2019

where C_v , q , m , x , y , u and p – empirical coefficients; t – milling depth, mm; D – milling tool diameter, mm; s_z – feed per tooth, mm; B – milling width, mm; z – number of teeth of the tool; n – spindle rotational speed, rpm; K_{mp} – coefficient that takes into account the quality of the machined part [2]. Preliminary values of B and t we can take from the recommendations which are given in reference books of tool manufacturers.

Then we can calculate the cutting speed by Equation:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v, \quad (2)$$

where T – period of mill durability, min; K_v – overall correction speed coefficient that takes into account the cutting conditions; C_v , q , m , x , y , u and p – empirical coefficients.

The unique feature of computer modeling of the trochoidal milling is that the milling width B remains constant due to the constant milling angle [2]. So that we avoid the possibility of tool damage in machining internal corners, slots and other pockets, while in the slot milling operation angle and milling width increase greatly. To avoid tool damage before machining such dangerous areas in the slot milling CNC programmers reduce the value of cutting conditions which decreases the productivity.

However, in previous studies it was found that the chip thickness in the trochoidal milling is not constant, in comparison to the slot milling [3]. It proves that the amount of a material being removed is not constant. Milling forces, such as tangential, axial and radial in the trochoidal milling were also different from the results obtained with the slot milling at different cutting conditions.

All considered, the trochoidal milling remains a very promising but little studied method of machining which can increase the efficiency of milling operation in several times. The research of the effect of different milling paths on the milling forces for the next optimization of cutting conditions, such as axial and radial milling cutting depths, feed rate and feed per tooth, is a priority of our work.

References

1. Autodesk PowerMill 2019 help: website. URL: <https://help.autodesk.com>.
2. Kosilova A.G., Meshcheryakov R.K. Spravochnik tekhnologamashinostroitelya [Handbook for an industrial mechanical engineer]. Moscow. 1986. P. 281–292.
3. Pleta A., Akhavan Niaki F., Mears L. A comparative study on the cutting force coefficient identification between trochoidal and slot milling // Procedia Manufacturing. 2018. No. 26. P. 570–579.

THE HYDROELECTRIC INDUSTRY IN THE FAR EAST: THE ZEYSKAYA HYDROPOWER STATION

A.S. Bondarenko*

Scientific supervisor G.V. Elokhova
Candidate of Philology, Associate Professor
Shushensky Branch of Siberian Federal University

Hydropower is the most efficient and convenient method of electricity generation. Hydroelectric industry of Russia has a rich hundred-year-old history. Due to the construction of hydropower stations, the rapid development of industry and infrastructure has begun in all Russia's regions, especially in Siberia and the Far East. A hydropower station is one of the great Russian symbols, the pride and often the evidence of labor achievement of the people who have built them. Each hydropower station has its own significant place in the history and socio-economic development of our country.

This paper deals with the uniqueness of the Zeyskaya hydropower station and the history of its construction.

The Zeyskaya hydropower station is located on the river Zeya in the Amur region, near the town of Zeya, north of the Chinese border (See: Fig.). It is the second largest hydropower station in the Far East of Russia. The station has a non-standard design: its hydropower facilities include the highest buttress dam in our country and the most powerful diagonal hydraulic turbines.



Fig. The Zeya hydroelectric power plant

* © Bondarenko A.S., 2019

First the question of the hydropower station construction on Zeya river was raised in 1931 at a meeting devoted to the Far East electrification. In the early 1930s research activities were carried out and the river Zeya hydropower scheme was designed.

During Zeya river research in 1954, special attention was paid to the mouth at «the Zeya gate» where the river flowed from the mountains to a plain. In 1958 «The scheme of complex hydropower use of the rivers Zeya and Selemdzha» was developed by the experts of the «Lengidproekt» Institute and the Zeyskaya hydropower station was defined as a primary object of the construction. The technical project of the Zeyskaya hydropower station was approved in 1968.

February 22, 1964 the construction management for the station was organized and in March of the same year the first builders arrived in Zeya. The Zeyskaya hydropower station was built in very difficult natural conditions with extreme continental climate. In the autumn of 1965 filling work of the hydraulic facilities was started, in January 1970 the first cubic meter of concrete was placed in the dam. October 13, 1972 the river Zeya was damed. The first hydroturbine unit was put into operation in 1975, the last in 1980. The first hydroturbine units were used with pressure heads lower than installed. But the unique capabilities of the diagonal turbines to operate in a wide pressure head range allowed to refuse of using temporary runners.

The dam construction was completed in 1983 and the construction of the station was ended in 1985. In 2002 the Zeyskaya hydropower station was accepted as commissioned and fully operational. From 1987 to 1990 four hydroturbine units were replaced for increasing the hydropower station capacity from 1290 to 1330 MW. At present the modernization program of the hydropower station is being implemented to upgrade the switchgear and to replace the hydroturbine units.

By the beginning of 2019 the Zeyskaya hydropower station produced more than 190 billion kWh of cheap electricity, paying well its construction costs. Today the Zeyskaya hydropower station is the base for secondary frequency and power control in the Far East interconnected power system.

Including electricity generation, the Zeyskaya hydropower station solves a number of additional important tasks for the Far East: the creation of drinking and industrial water supply systems, the construction of irrigation systems for the agriculture, the regulation of rivers flow to safeguard against floods.

In 2013 the catastrophic flooding occurred in the Amur river region, which happening one time in 100 years. The Zeyskaya hydropower station in fact helped to protect the economy and population of the region, preventing the flooding of vast areas and the death of many people. Its reservoir stopped two thirds of the incoming water, cut off the flooding peak and turned it back to normal. Of course, the Zeyskaya hydropower station could not save the entire Amur river region. Downstream the hydropower station, a lot of rivers flow into Zeya river which not regulated by the reservoir, and the Amur river too. But, nevertheless, the hydropower station was instrumental in reducing the destructive force of that flooding.

In conclusion, the construction of the Zeyskaya hydropower station is of great importance for the Far East development strategy, where most river power potential

is not still developed. This station will continue to play its fundamental role in ensuring industrial development and energy security of the Far East in the future.

References

1. Bryzgalov V. I., Gordon L. A. Hydroelectric power stations. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Technical University, 2002. 541 p. [in Russian].
2. Butler A. P., Zhdanov O. G., Lushnikov I. V. Renewable energy. Hydroelectric power Stations of Russia. Saint-Petersburg: St. Petersburg Polytechnic Institute, 2018. 224 p. [in Russian].
3. Shindyalov N.A. The Amur river region development in the Soviet years // The Amur region. Development. Problems. Prospectives: articles of the regional scientific conference. Blagoveshensk, 2009 [in Russian].
4. From Wikipedia, the free encyclopedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Zeya_Dam.

STUDY OF THE DUCTILITY OF WOOD-METALLIC JOINTS UNDER STATIC AND DYNAMIC LOADS**M.V. Butenko***

Language Supervisor A.Y. Nikolaeva
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University

As it is well known idealized design schemes are used in calculations of structures which often do not reflect the actual conditions of support and load application schemes.

For example, building structures made of reinforced concrete and metal the conjugation schemes with appropriate structural design of the joints sufficiently reflect the real conditions of their fixing, and for wood with reduced resistance to wrinkling and relatively low modulus of ductility, deformability, joint flexibility cannot be neglected [1].

The numerous research work of authors [2–5] is devoted to considering the real characteristics of the nodes deformability when calculating building structures.

In flexural systems the deformability is characterized by the stiffness coefficient C and is defined as the ratio of the force M acting on the node to the angle θ between the normal of the ends of the elements to be joined.

The joint ductility is a non-linear function of loads and is characterized by the dependence, $M = C \cdot \theta \pm C \cdot \theta^2 \pm C \cdot \theta^3 \pm \dots$, whose coefficients are functions of final deformation θ . The plus and minus signs can alternate depending on the strain rate. For small changes in the angle between the structural elements it suffices to keep only the first term in this expression which leads to the linear condition $M = C \cdot \theta$

$$C = M \theta \quad (1)$$

The numerical values of the stiffness coefficients in each case are set individually and will depend on the design of the joint and the type of connections.

Labudin Boris Vasilievich [6] summarized the well-known experimental data on the deformability of the compounds most commonly used in practice (Table).

It is extremely difficult to consider the characteristics of the material and the specifics of the work of the joints.

For the most accurate pictures of the work of the structure at the design stage it is necessary to use real diagrams of work of various joint connections and modern numerical methods of calculation.

As conclusion in order to use the presented equations in engineering calculations are necessary to have data on the parameters φ_{∞} and γ .

* © Butenko M.V., 2019

Table

Types of compounds and their deformation characteristics

Joints	Constructive scheme	α , degrees	φ^∞ (ductility, mm)	γ , day
Forehead joint		0	0,15...0,25	0,05
		45	0,62...0,86	0,055
		90	0,80...1,10	0,06
support across the fibers		0	0,15...0,25	0,05
		45	0,62...0,86	0,055
		90	0,80...1,10	0,06
On the glued bars		0	0,10...0,15	0,045
		45	0,46...0,69	0,018
		90	0,60...0,90	0,050
On cylindrical nog		0	0,60...1,20	0,10
		45	1,18...1,92	0,10
		90	1,40...2,20	0,10
On nails and screws of sheet wood materials		0	1,00...1,50	0,10
		45	1,29...2,30	0,10
		90	1,40...2,60	0,10
On pins of bind elements (runs, spacers, rings and others)		0	0,50...1,50	0,10
		45	1,22...2,22	0,10
		90	1,50...2,50	0,10

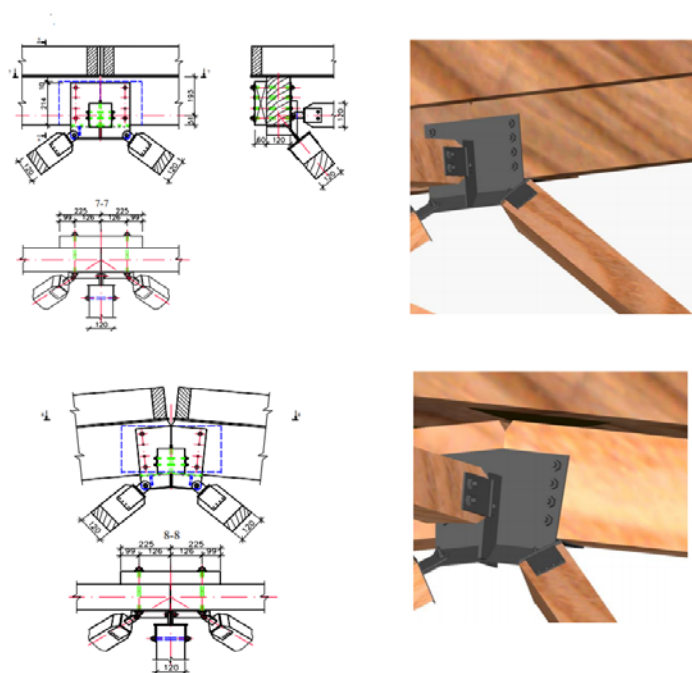


Fig. 1. The object of study: the ridge joint and the joint in a quarter of the span of a concisely bent upper belt of the structural coating fragment

However due to the limited amount of experimental research the construction of generalized dependencies for the determination of φ_{∞} are not likely to appear. In this regard idea of research includes approaching these constants for selected structure.

References

1. Turkov A. V. The relationship of the tasks of the dynamics and statics of solid and composite wooden structures. Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences (05.23.01) Orel, 2008. P. 382.
2. Ivanov Y. M. Long-term strength of wood under tension across fibers / Y. M. Ivanov, IO. IO. Slavik // Pages and arch. 1986. № 10. P. 22–26.
3. Krasnopolskaya N. B. Calculation of core systems with elastically flexible nodes for strength, stability and vibrations: author. dis. Candidate of technical Sciences. L., 1973. P. 16.
4. Labudin B. V., Levin L. I. Engineering problems of conservation and reconstruction of buildings in Arkhangelsk // M. V. Lomonosov and North: All-Union. Conf., June 1986, Arkhangelsk, 1986. P. 415–416.
5. Labudin B. V. Improvement of glued wooden structures with a spatially regular structure. Thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences (05.23.01). Arkhangelsk, 2006. P. 310.

**TRANSITION TO MAINTENANCE
AND REPAIR ACCORDING TO CONDITION USING ONLINE
CALCULATION OF THE TECHNICAL CONDITION INDEX**

A.S. Danilov*

Scientific supervisor E.V. Tankov
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Sayano-Shushensky branch of Siberian Federal University

The history of industry development has shown that at various stages approaches to the problem of ensuring the working condition of equipment changed: forced repairs (after inspection, repairs after failure), planned, and preventive repairs, repairs as required were applied. At present, specific approaches to the strategies for maintenance and repair (MR) have been formed in different industries, particularly in the power industry. Production experience shows that functioning reliability of electrotechnical equipment is provided with timely, high-quality maintenance according to the actual condition. Each of the strategies is historically justified, corresponds to a certain development level of science and technology, and meets the principles of production management and ideas about the "ideal" result.

The strategy of forced repairs is typical for the 20s – 30s of the last century. The reasons were a small number of technological machines, a low qualification level of personnel specialized in maintenance and repair, the lack of repair facilities and repair experience [1]. The main task of the strategy was at the first signs of damage to stop the operated machine and prevent its significant destruction. The condition of mechanisms was evaluated by organoleptic methods.

The increase in the number of machines, the use of the same technologies and equipment in the 50s – 60s of the 20th century required enhancing reliability of the equipment [1]. The studies of machine parts durability allowed to form a better strategy of maintenance and repair, namely a system of planned preventive repairs (PPR), according to which implementation of a certain scope of repair work at equal time intervals provides trouble-free functioning of mechanisms. However, to prevent a high degree of equipment wear and at the same time unnecessary disassembly of serviceable equipment it is possible to correct timing of "unscheduled" repairs and their conducting. Thus, the system of PPR of equipment provides interrepair maintenance, current, average, and overhaul repairs. This strategy of repair organization has its advantages (control of interrepair period duration, regulation of downtime, analysis of equipment failure causes, calculation of repair workers' number) and disadvantages (labor-intensive calculation of labor costs, lack of convenient tools for planning repairs, complexity of operative correction of planned repairs). PPR is the easiest and most reliable way to plan repairs. Therefore, the developed system of PPR is currently used at enterprises during repairs.

* © Danilov A.S., 2019

Another strategy for repair works is the repair according to technical condition. The first repairs according to condition were carried out at the end of the 80s – the beginning of the 90s. The reasons for repairs according to condition are the results of technical diagnosis. The equipment condition is determined by comparing actual values with values that are set by regulatory and technical documentation. As an indicator can be applied a technical condition index. The indicator while conducting this type of MR will be calculated in real time mode according to certain methods. This will allow the personnel of enterprises and power facilities (power plants) to facilitate and improve control over equipment condition (for example, transformer). The technical condition index is a general and demonstrative indicator, that takes values from 0 (the worst value) to 100 (the best value). Using online calculation of the technical condition index will improve reliability of equipment operation, provide timely detection of defects and prevent their further development, reduce the number of emergency shutdowns.

The developed principles of determining the operating condition allow to apply them on the basis of existing monitoring and diagnostic systems.

Table

Dependence of the type on the value of the technical condition index

Range of the technical condition index	Type of technical condition	Visualization (color)
≤ 25	Critical	Red
$25 < \text{ and } \leq 50$	Unsatisfactory	Orange
$50 < \text{ and } \leq 70$	Satisfactory	Yellow
$70 < \text{ and } \leq 85$	Good	Green (standard)
$85 < \text{ and } \leq 100$	Very good	Green (light green)

Now the Russian electric power industry is being reformed. One of the directions of these reforms is transition to the maintenance of equipment depending on its actual condition. In particular, the experience of power transformers operation has shown that carrying out planned preventive repairs without a preliminary comprehensive study has not proved its efficiency, as it leads to significant material costs and in some cases to deterioration of insulation characteristics. Repair according to technical condition together with other measures allows to predict scopes of maintenance and to make repair of exclusively defective equipment that contributes to more effective management of production assets at enterprises of electric power industry and increase of their competitiveness.

Currently, they try actively to implement MR systems based on estimating technical condition of equipment in various areas of the industry. The rules for organizing maintenance and repair of electric power facilities were changed in 2018. The rules introduced a new for Russian power industry type of equipment repair organization, namely repair according to technical condition.

Nowadays, there are several quite successful examples of improving the system of organizing maintenance and repair of equipment in the field of electrical engineering and power industry.

An experiment was conducted by JSC "Russian Railways" in the depot Moskovka. Its purpose was to determine the possibility of organizing maintenance and repair of diesel-generator installations (DGI) mounted on locomotives of the TEM2 series according to their technical condition. The results of the experiment showed that the cost of one maintenance work was reduced to 30 %, failures of operating modes of locomotives were reduced by 32 %, capacity of DGI was increased, specific fuel consumption for diesel engines PDG1M series was reduced [2]. Also the complexity of work and downtime of equipment were decreased. However, during the experiment they identified the factors impeding the implementation of maintenance and repair according to condition. JSC "Russian Railways" must solve the problems for transition to repair according to technical condition of locomotives. The effect of this step will cover all expenses.

Definite recommendations and methods have been developed for a phased transition to the MR system according to technical condition for CHP-21 of JSC "Moseenergo" taking into account the specific work conditions of the power plant [3]. Studies conducted at this thermal station showed that the phased transition to organizing repair of power equipment according to technical condition should be carried out using comprehensive approach to all components of the MR system.

Assessing the state of transformers in form of a rules-products set is implemented in the expert system for estimating the state of equipment "Diagnostics +", which is currently used at the enterprises of inter-regional network companies (Russia) [4]. But systems of the "Diagnostics +" type operate in off-line mode and do not have an opportunity to take into account the load value of a transformer when assessing its condition. This disadvantage can be eliminated in cases when the approach to diagnosis is combined with the on-line mode (monitoring). This situation is the most favorable in terms of information. It should be mentioned that companies combining off – and on-line approaches in the diagnosis of electrical equipment have already appeared in Russia, for example, Kostroma GRES.

The expert-diagnostic system for power transformers VNIIE was developed at the Nurek hydroelectric power plant. The system of continuous control and diagnostic expert system serve all main equipment at the Zagorsk pumped storage power plant including power transformers for voltage of 500 kV. Diagnostic expert system for assessing condition of transformer equipment developed in the Cheboksary State University is tested. The system makes start repair works on the basis of continuous monitoring and diagnosing the operating status of transformers instead of a system of periodic repairs [5]. In the framework of solving the problem of transition from PPR to repair according to condition at the Sayano-Shushenskaya hydroelectric power plant it is planned to set in operation the algorithms for fault detection. There are also plans to develop and set in operation the system of estimating the technical condition index of the main equipment calculated in a real time mode.

The above examples demonstrate the need and the possibility of changes in the maintenance system, indicate the economic viability of innovations. All this creates a promising basis for a complete transition to maintenance and repair according to technical condition.

References

1. SADUS V. J., Sidorov V. A., Sushko A. E. Sovremennyye podhody k organizatsii tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta mekhanicheskogo oborudovaniya // NPO «DIATEKH: publ. // Modern approaches to organization of technical maintenance and repair of mechanical equipment // RPO "DIATEKH: publ. URL: <http://www.diatechnik.ru> (date accessed: 05.01.2019).

2. Nedoocenyonnyj ehffekt // Gudok: ehlektron. zhurn // Undervalued effect // Beep: electron. journal. 26.06.2012. 4 strip. URL: <https://www.gudok.ru/newspaper> (date accessed: 20.01.2019).

3. Barshak D.A. Sovershenstvovanie sistemy tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta TEHS: Na primere TEHC-21 OAO "Mosehnergo": dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk: 05.14.14. M., 2000. 200 s. // Improving the system of maintenance and repair of thermal power plants: on the example of CHP-21 JSC Mosenergo: thesis of candidate of technical Sciences: 05.14.14. M., 2000. 200 p.

4. Popov G. V., Ignatiev E. B. Opredelenie indeksa tekhnicheskogo sostoyaniya silovykh transformatorov v processe ih ehkspluatsatsii // Vestn. IGEHU. Vyp. 4. 2014 // Determination of the index of technical condition of power transformers during their operation // Herald IGEU, Issue 4. 2014. Ivanovo. URL: <http://vestnik.ispu.ru> (date accessed: 25.01.2019).

5. Rybakov L.M., Makarova N.L. Obzor sushchestvuyushchih sredstv diagnostirovaniya silovykh transformatorov vysokogo napryazheniya // Vestn. MGU. Vyp. 6. 2011 // The review of the existing facilities for diagnostics of power transformers high voltage // Herald MSU. Issue 6. 2011. Yoshkar-Ola. URL: <https://vivliophica.com/articles/exsciences/429747> (date accessed: 10.02.2019).

ENGINEERING CALCULATION AND DESIGN OF A RAILWAY WHEEL ON AN ELASTIC BASIS

I.B. Eliseev*

Language supervisor M.A. Aryamnova
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Railway vehicles are one of the most widely used means of transporting passengers and cargoes. Therefore, the study of the interaction between rail wheels is one of the fundamental areas of research in railway engineering. As train speed increases, safety and comfort remain paramount. Currently, the load on the axle of railway wagons is increasing due to the increase in freight traffic and faster infrastructure growth. High contact stresses are observed in the contact area of the rail wheel. The railway wheels mainly fail due to fatigue under these loads. These complex geometries are solved using finite element analysis software (FEA). This article focuses on the interaction of rail and wheels. The principal parts of the rail are:

- A head that is in contact with the wheels;
- A foot which is connected with the sleepers;
- A web, which connects together the head and foot part of the rail.

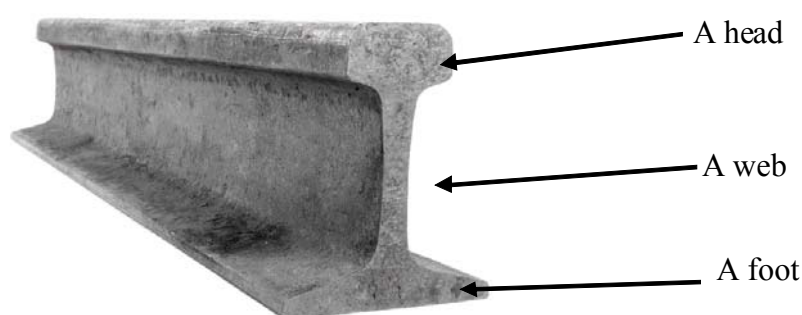


Fig. 1

The main purpose of the presented model is to create a safe, reliable and durable design of a railway wheel on an elastic basis, which allows to evenly distributing the dynamic loads between the elements of the elastic wheel.

The way, which could solve this purpose, is to use the elastic wheel. The Fig. 2 shows a general view of the elastic wheel. It contains a bandage (1), a disk hub (2), a pressure disk (3) and elastic elements (5). The disk hub (2) is a wheel hub, which is made integral with a pressure disk identical to the pressure disk (3). The inner surface of the bandage (1) is made in the form of a truncated cone, the side surfaces of which are responsive to the surfaces of the lateral sides of the pressure disc (3) and the hub disk (2). The bandage (1) is mounted on a friction clutch consisting of a disk-hub (2) and a pressure disc (3), which are tightened with bolts (5) and nuts (6). The lock nut

* © Eliseev I.B., 2019

prevents the nuts from unscrewing. As the elastic elements used two Belleville springs (5), vertically mounted between the nuts (6) and the outer surface of the pressure disk (3). Between the inner surfaces of the pressure disk (3) and the disk-hub (2) left a gap whose width is equal to the truncation width of the cone of the bandage (1).

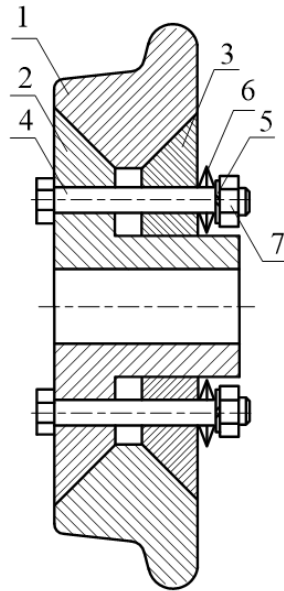


Fig. 2

Typically, the contact stresses on the rolling surface of the wheel of a freight car are in the range of 1300 – 1700 MPa [1]. The increase in axial load leads to an increase in Hertz contact stresses.

If the rolling surface of the wheel has rolled with the formed trough-shaped transverse profile, this leads to a significant increase in contact pressure, which can occur on both sides of this profile. Therefore, with a rolled-profile profile of 2 mm, the calculated contact stresses at both edges can reach 6000 MPa, which indicates a significant plastic flow of materials.

High contact stresses occur in cases where the profile of the wheel with its outer edge rests on the rail or the contact zone does not reach the outer edge of the wheel, resulting in a protrusion, in the outer part of the rolling surface of the wheel.

The magnitude and distribution of contact stresses substantially depend on the wheel and rail profiles and on whether the contact is single-point or two-point. With a conformal profile, the size of the contact area increases, leading to a decrease in the level of contact stresses compared to non-conformal profiles.

Thus, to estimate the total stress state in a wheel-rail pair, it is sufficient to solve the Hertz problem for one-point contact of the wheel and the rail. The solution of the problem was carried out in the ANSYS 19.2 software package.

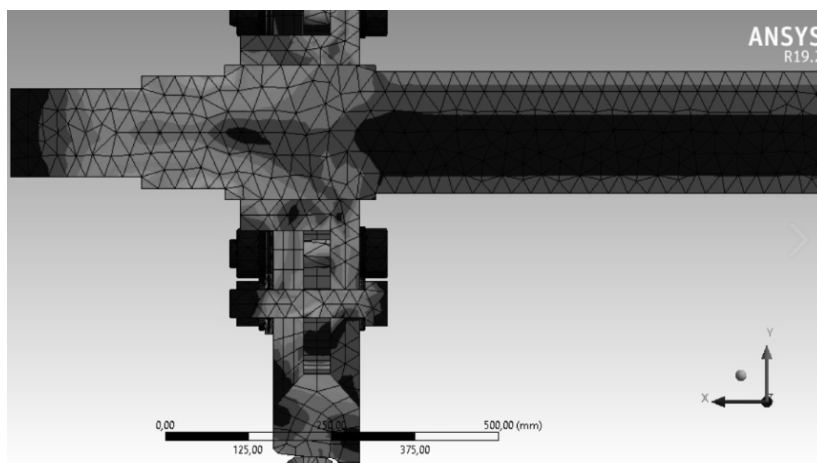


Fig. 3

In the global Cartesian coordinate system, the wheelset was divided into tetrahedral finite elements. The finite element mesh and a plot of stress distribution are shown in Fig. 3.

When calculating [2], it was revealed that in the contact zone on the rolling surface of the wheel, the stresses reach significant values, but they are localized within a small area. The size of this area is commensurate with the size of the contact spot.

References

1. Volohov G. M., Kerentcev D. E. Development of strength evaluation methods for solid-rolled railway wheels construction and criteria of their release to service. Vestnik VELNII 2013. No. 2 (66). P. 138-154. (In Russian)
2. Huei-Huang Lee. Finite Element Simulations with ANSYS Workbench 19. SDC Publications, 2018. – 614 p.
3. Xiaolin Chen, Yijun Liu. Finite Element Modeling and Simulation with ANSYS Workbench, Second Edition. CRC Press, 2014. – 411 p.
4. State Standard 8161-75. Railway rails type P65 Design and dimensions. Moscow, Standartinform Publ., 2001. 9 p. (In Russian)
5. State Standard 51685-2013. Railway rails. General specifications. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 102 p. (In Russian)

FEATURES OF TECHNICAL TRANSLATION

R.E. Filimendikova*

Language supervisor I.V. Batunova
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

At the present stage, technical translations are one of the most sought after services. Fidelity and accuracy when working with text are high, because the translation must convey a close meaning of the original. Any deviations from the original can be justified only by the peculiarities of the Russian language or the requirements of the translation style. For me, as a technical specialist and an English learner, it is especially important to know how to translate such texts correctly. As a future engineer, I have to have a good knowledge of terminology in English and Russian.

Scientific style can be characterized by the following factors [1]:

- selection of language tools;
- monologic utterance;
- preliminary thinking of the statement;
- normalized speech.

So, the main stylistic feature of scientific and technical texts is a clear and accurate interpretation of the material without any expressive elements that are usually used to impart emotional coloring. In such texts, metaphors and other stylistic means of language expressiveness are almost absent. But although scientific texts are far from the spoken language, they contain a large number of neutral phraseological units of a technical focus.

When working on a technical translation, it is necessary to understand the situation described in the original. The predominance of references complicates the process of translation work. The translator must be familiar with technical terms and understand the subject matter in order to be able to describe the situation, even if this explanation is not present in the original. In addition, a technical translator must adhere to the stylistic requirements for scientific and technical texts, so that the translation text is understandable to a specialist.

Translation terminology is a very time-consuming task. Translating technical texts, the translator must exclude the use of the foreign words. You should give preference to the terms of Russian origin. For example, instead of the word "индустрия" one should use the word "промышленность", instead of the word "агрокультура" – "сельское хозяйство", instead of "импеданс" use "полное сопротивление".

By way of borrowing in the framework of special vocabulary, several subgroups are distinguished [2]:

- literal borrowing;
- abbreviations;
- semantic borrowing;

* © Filimendikova R.E., 2019

- mixed borrowing;
- convertible borrowing.

When borrowing literally, the semantic, phonetic and grammatical structure of a word is copied, for example: a bolt, a convector.

Quite often, literally abbreviated words of the English language are borrowed: "ПВХ" (PVC – abbr. from polyvinylchloride).

In the case of semantic borrowing, only the meaning of the word is taken, so there is simply a translation of the word. In this case, the secondary meaning of the word is usually borrowed: исчисление, счет (numeration); предмет, объект (object); строительный гипс, штукатурка (plaster); воск (wax). It should be noted that among the borrowings of this subgroup not individual words prevail, but phrases: ливневые, сточные воды (rainwater); клинчатый кирпич (ringstone).

The popularity of literal borrowing compared to semantic is due to the fact that it is difficult and sometimes impossible to find Russian equivalents in English terms. Thus, literal borrowings should be recognized as more frequent: eductor – эдуктор; bulldozer – бульдозер.

With mixed borrowing, elements of tracing and transliteration, or transcription, are visible, for example: кабельный кран (cable crane).

In a convertible borrowing, affixes typical for the Russian language are added to the borrowed word. This phenomenon is widespread in the technical sublanguage. Most often verbs are subject to a similar transformation, for example: вентилировать – to ventilate. Nouns are transformed much less frequently, for example: инжектор – injector. Adjectives always undergo transformations of this kind, for example: фундаментальный – fundamental.

Having analyzed some texts of the textbook, we propose the following classification of highly specialized construction terminology [3]:

1) Terms that refer to the scope of activities, which will include the names of scientific disciplines, branches of technology, production technology; names of problems the construction science is solving: civil construction – гражданское строительство; stage construction – поэтажное строительство; turn-key construction – строительство под ключ; military construction – военное строительство; environmental impact – воздействие на окружающую среду.

2) Terms that name the object of activity: earthworks – земляные работы, земляное полотно дороги; plumbing – водопроводно-канализационная сеть (здания); prefab house – стандартный дом; curtain wall – несущая стена; sod building – здание, крыша которого покрыта дерном; construction site – строительная площадка; horsed mould – опалубка для бетона; composition floor – бесшовный пол из составного материала.

3) Terms naming a subject: design engineer – инженер-конструктор; builder – застройщик; architect – архитектор, проектировщик; decorator – маляр; steel erector – монтажник металлоконструкций; tiler – кровельщик.

Terms denoting a subject of activity are often (although far from always) in a relationship of derivation with terms of the scope of activity: builder → build, decorator → decorate.

4) Terms that refer to the means of activity: I-beam – балка двутаврового сечения; bill of quantities – спецификация объемов работ; chemical wood – древесная целлюлоза; triple wood – трехслойная фанера; structural steel – конструкционная сталь; modular brick – модульный кирпич; gas concrete – газобетон.

5) Terms referring to the products of activity cover a wide range of various kinds of results of activity (mainly, the subject and abstract category of concepts): log house – сруб; macadam road – дорога со щебеночным покрытием; span – пролет; double floor – пол с двойной обрешеткой; buckle – стяжка.

The ordering of terminology that we have listed is an integral part of the practical work on the unification of terminology related to bringing the terminology to a uniform, unified system. We believe that this classification is aimed at developing a single technical language, which will remove a number of problems when working on the text and literature of construction subjects. We also highlighted the most common and generally accepted terms of a foreign language have equivalents in the language into which the text needs to be translated. Let's give an example:

- hyperboloid – гиперболоид;
- excavation – раскопки, экскавация;
- stress – напряжение, стресс;
- equilibrium – равновесие;
- subscriber – абонент;
- network – сеть.

Terms can have several meanings, as well as everyday words in a conversation. Such terms are homonymous. Their value depends on the field of science or technology in which they appear. For example:

1. sewer – сточная труба, коллектор, швея;
2. switch – ликвидация по сдаче одних ценных бумаг и одновременное заключение сделок по другим, кисточка хвоста, переключатель;
3. rate – коммунальный налог, коэффициент жесткости, скорость;
4. resolution – разрешающая способность, развязка, демонтаж, прекращение воспалительных явлений, растворение.

Translation of technical literature is considered quite troublesome and painstaking occupation, which, in addition to a significant amount of work, requires professional knowledge in a particular industry. The exact meaning of the text should not be distorted, and in addition, it is important to maintain the style of the original. Summing up, I would like to repeat, saying how important accuracy is in translating technical texts. Speaking about myself, I decided to take up this work in order to deepen my knowledge in this area and deal with all the subtleties.

References

1. Klushina N. I., Malygina L. E. Stilistika nauchnoj rechi i redaktirovanie uchebno-metodicheskikh materialov. Uchebnoe posobie dlya uchitelej i pedagogov sistemy srednego obrazovaniya. M. : Merinos, 2018, 73 p. ISBN 978-5-6042130-3-2.

2. Sizova N. Z., Kaseka I. P. Nekotorye osobennosti anglijskih zaimstvovanij v pod"yazyke stoitel'nyh tekhnologij. Tambov : Gramota, 2015. № 1 (43): v 2-h ch. CH. II. C. 186-188. ISSN 1997-2911.

3. Garagulya S. I. Anglijskij yazyk dlya studentov stroitel'nyh special'nostej. Rostov-na-Donu : Feniks, 2015. ISBN 978-5-222-23978-0

3D PRINTING IN CONSTRUCTION INDUSTRY

D.T. Guro*

Language supervisor A.Y. Nikolaeva
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

3D printing is the computer-controlled sequential layering of materials to create three-dimensional shapes. It is particularly useful for prototyping and for the manufacture of geometrically complex components. It was first developed in the 1980s, but at that time was a difficult and expensive operation and so had few applications. It is only since 2000 that it has become relatively straightforward and affordable and so has become viable for a wide range of uses including product design, component and tool manufacture, consumer electronics, plastics, metalworking, aerospace engineering, dental and medical applications, and footwear. The sales of AM machines or '3D printers' has grown rapidly and since 2005, the home use of 3D printers has become practical. 3D printing systems developed for the construction industry are referred to as 'construction 3D printers' [1].

The Benefits of 3D Printing in Construction

Just why is 3D printing gaining so much buzz in the construction sector? As the industry faces increasing pressure to meet tight schedules and budgets, companies are looking to new innovations to help fill the gaps. 3D printing in construction offers a significant potential to increase efficiency in the building sector, including the following ways.

Speed

3D printing has already shown that it can build a home or building from the ground up in a matter of days. That's a significantly faster timeframe than conventional construction, which can take months and years to fully construct a commercial building.

Waste reduction

Worldwide construction waste currently totals more than 1 billion tons each year, and according to Construction Dive, this number is expected to double by 2025. While 3D printing won't be able to solve all of the construction waste problems, it can help. This is largely because 3D printing is an additive manufacturing process that only uses as much material as is necessary for creating a structure. When paired with other waste-reducing processes and building methods like prefabrication and lean construction, the potential of a waste-zero building seems all the more likely.

Design freedom

One of the great things about 3D printing is the design freedom that it offers. Architects are able to build complex designs that are otherwise unattainable, or too expensive or labor-intensive to create by conventional construction means. This can allow for a lot more innovation and creativity in the commercial construction space.

* © Guro D.T., 2019

Human error reducing

According to OSHA, more than 5,000 workers are killed on the job each day. Because construction would be more programmable and automated, worker injuries and fatalities would likely decrease if 3D printing was incorporated onto the jobsite.

The Challenges of 3D Printing in Construction

Despite the benefits and potential that 3D printing has in the construction sector, there are a number of factors that may prohibit the technology from becoming mainstream. Below, let's explore a few of these challenges.

High costs

Perhaps the biggest challenge to the widespread adoption of 3D printing technology on construction sites is the high cost of purchasing or renting such equipment and the logistics involved in getting these large 3D printers to the work site. 3D printers are costly, and that upfront purchase cost doesn't include materials or maintenance. Right now, it's difficult for many construction professionals to justify 3D printing's cost over the technology's benefits.

Labor shortage

The construction sector is booming and skilled workers are in high demand. The only problem is that there are not enough of them. According to U.S. News, construction employers are finding it increasingly difficult to fill around 225,000 vacant jobs each month – and many in the industry worry that the labor problem is worsening. Even considering the labor shortage, 3D printing requires an even more specific skill set that would have to pull from a slimmer and more niche group of candidates. Construction labor shortages are already a problem, and finding qualified workers to employ in 3D printing construction environments could prove to be even more challenging.

Quality control

Weather already has the potential to slow construction progress, but issues with Mother Nature may be amplified with 3D printing. The weather, environmental factors and more are all conditions that could make 3D printing in commercial construction more of a bust than a boom. Furthermore, quality control in construction can already be a tricky matter. If not constantly monitored and overseen by real humans, quality in 3D printing could end up being a very expensive mess.

Regulations

One drawback that might not immediately come to mind is the regulation of 3D printing. While regulation in 3D printing has made the news cycle recently, it still hasn't fully impacted the construction industry. However, there's also the liability that may come with using printers rather than humans to perform certain construction tasks. Currently, there's much uncertainty in this aspect of 3D printing in construction. Until laws and regulations are clearly defined, it's unlikely that 3D printing will make too much of a mark in the construction sector [2].

Structures made on a 3D printer

House from PIK and Apis Cor in Stupin (Russia)

This house was printed in December 2016 by the Russian company Apis Cor in collaboration with one of the largest construction companies in Russia "PIK". It

should be noted that the construction of the house took only one day: the printing of walls, partitions and enclosing structures lasted 24 hours. At the same time, what is important, the building (for the first time in Russia) was printed on a 3d printer entirely, and not assembled from parts. The area of the building is 38 square meters. Inside the building there is a hall, living room, kitchen and bathroom.

House “AMT-Spetsavia” in Yaroslavl (Russia)

This house in Yaroslavl is the largest building in Europe and the CIS, built using 3D printing technology, according to RBC. The total area is very impressive 298 and a half square meters. The project was implemented by the Russian group of manufacturers of 3D-printers – “AMT-Spetsavia”. The construction work began in 2015: the building was printed in parts (house walls, decorative elements, a tower), and then assembled on a foundation like a constructor over a month.

WinSun Villa in Suzhou (China)

A villa built using 3D printing technology by WinSun in the Chinese city of Suzhou looks very significant against the background of the previous object. Printing the details for this building took the company only one day, and the entire construction took three days. Only three workers participated in it. The device was filled with a mixture of cement and construction waste with the addition of a special hardener.

WinSun Mansion in Suzhou (China)

Another object built by WinSun in Suzhou is a mansion commissioned by Taiwanese real estate company Tomson Group. The area of the building is 1100 square meters. For its printing they used a giant 3D printer: height – 6 meters; width – 10; length 40 meters.

Dubai Future Foundation Office (UAE)

This is the first office building in the world, created using 3D printing technology. Its construction was initiated by the Dubai Future Foundation (Dubai Foundation of the Future), whose headquarters are now located here. The construction of an innovative office building using a 3d printer took 17 days, another 2 days was spent on the design of the office inside. 19 people were employed in construction work: one followed the 3D printer, the rest collected a house from printed elements and carried out communications.

WinSun Five-Storey House in Suzhou (China)

In conclusion, we present to your attention the most high-rise building, printed with the help of a 3D printer – a five-story house in Suzhou from the same company WinSun. It is noted that this is the tallest building in the world today, built using three-dimensional printing [3].

Finally

Distribution of 3D printing in construction is only a matter of time. The technology makes it possible to build houses quickly and at minimal cost. This may be relevant in countries with large populations and housing shortages, such as India and China, as well as in third world countries, where people are forced to live in barracks built with scrap materials. Building 3D printing can be used in disaster areas – it will be possible to build houses and temporary shelters in a matter of days. The next step will be the use of fully automated processes, where robots do all the work without

human intervention – they build walls, reinforce them, build roofs, conduct communications, equip houses with stairs and windows, and make exterior and interior decoration of the rooms. Progress in the development of concrete mixtures will allow not only to select ready-made compositions for specific conditions and tasks, but also to use construction waste and local materials as raw materials – hay, soil, sand, etc., only a binder is required. The use of mineral additives in concrete solutions will also help to maintain the ecology of the planet – reduced cement consumption will help reduce carbon dioxide emissions into the atmosphere [4].

References

1. Designing Buildings Wiki : website. URL: <https://www.designinbuildings.co.uk>.
2. Construction Productivity Blog : website. URL: <https://blog.plangrid.com/>.
3. MPlast.by : website. URL: <https://mplast.by/>.
4. Top 3D Shop : website. URL: <http://top3dshop.ru/>.

EVALUATING THE RELIABILITY OF HYBRID POWER GENERATION SYSTEMS

A.P. Khramtsova*

Scientific supervisor E.V. Tankov
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University

There are two main types of systems using renewable energy sources: autonomous and networked. Autonomous are used on sites that do not have the ability to be connected to the state network. Network power plants have the ability to generate electricity transmitted into the public network.

According to the Energy Strategy of Russia, for the period up to 2030 [1], one of the priorities is the development of autonomous generation systems based on renewable energy sources.

When introducing renewable energy sources, in particular wind energy and photovoltaic plants, in autonomous generation systems, the problem concerning the reliability of the equipment used and the entire energy complex becomes one of the main ones. Development and improvement of methods for analyzing and calculating the reliability are required, that will allow at the design stage to take into account probabilistic characteristics of renewable energy resources, reliability indicators and operating experience of the equipment used. And also, this enables to carry out calculating installations' reliability, to perform a comparative analysis of reliability of schemes' variants belonging to autonomous generation systems based on renewable energy sources and to justify a choice of the optimal option. Based on the current requirements for design documentation, the reliability calculation is included in the scope of mandatory work at the design stage of electrical installations.

Modeling and assessing the reliability of autonomous generation systems using wind and solar energy is a new field in assessing the reliability of isolated power systems. The functioning of renewable energy sources differs significantly from the traditional generating unit and largely depends on local energy resources (wind, solar radiation), which have a variable character. Renewable energy sources can suffer unplanned outages, either because of an equipment failure or because of natural energy resources peculiarities (a lack of solar radiation for photovoltaic plants, an insufficient wind speed or a gale for wind power plants). Natural energy resources are unstable and variable sources of energy, which depend on the time of day, the season, and the geographical location of the studied area. They are characterized by partial unpredictability and significant variability.

The development of mathematical models and methods for assessing the reliability of autonomous generation systems based on wind and solar energy has been undertaken by many authors. Most of their works have focused on assessing the reliability of generation systems based solely on wind or solar energy, much less on as-

* © Khramtsova A.P., 2019

sessing the reliability of generation systems containing traditional energy sources, such as diesel generators, as well as energy storage devices (batteries) working in conjunction with renewable energy sources. In this regard, it seems relevant to improve the methods for assessing the reliability of power complexes containing wind power and photovoltaic, diesel generator sets and energy storage devices. Accounting for reliability allows assessing the impact of accidental failures and equipment composition on the amount of electricity generated by autonomous generation systems, as well as determining technical and economic indicators taking into account the reliability.

Reliability analysis of autonomous generation systems based on renewable energy sources is a complex practical task; to the solution of the task is devoted a small amount of works [2-5]. Mathematical models are implemented using various methods: analytical methods, state space method (Markov process theory), Monte-Carlo simulation modeling (Monte-Carlo method), fault tree method, state enumeration method.

Most of the works focus on assessing the reliability of generation systems based only on wind or solar energy; fewer works are devoted to assessing the reliability of systems containing other renewable energy sources.

Analytical methods are widely used. The analytical method provides information on the probability of generation object inability to cover the predicted load. In most analytical methods, a generation model is usually presented in the form of a table introducing powers and associated probabilities of their disconnection. A load model is represented by a variation curve of the daily maximum load or a constant load curve.

A detailed account of influencing the feature of natural energy resources on the reliable operation of autonomous generation systems based on renewable energy sources is carried out using Monte-Carlo simulation modeling (Monte-Carlo method). The method includes modeling of hourly data on natural energy resources (wind speed, solar radiation) for different locations using time series models, which are created using historical data collected over several years. The method also includes modeling the battery state from generation time series and a load of the analyzed system. The difficulty of applying the Monte Carlo method is that it requires accurate and detailed wind speed or solar radiation data for a specific location. For many regions, meteorological data is either not available or is available in a compressed form.

Also, to analyze the reliability of renewable energy sources in autonomous generation systems, the state space method is used (Markov processes). All possible transitions in such a system are described by a Markov state graph. The method uses a model of multiple transitions from one state to another, taking into account the change in solar radiation, as well as the operational states of the system elements (operating, reduced, failure state). The probability of photoelectric converters' failure due to the absence of solar radiation is taken into account by combining the model of output power of photoelectric converters and the model of the distribution function of solar radiation probability. The main advantage of the state space method is a clear picture of all system states and transitions between these

states. Evaluation of reliability indicators characterizing technical systems using Markov chains allows to take into account many factors (partial failures, failures for general reasons, emergency and planned repairs, weather conditions, dependent failures, a sequence of failures) affecting the system. However, this method has a number of drawbacks that limit its use: a lack of source data (intensity of transition between states, probability of states and duration of stay in each state); high dimensionality of the mathematical model when analyzing the reliability of generation systems with a large number of elements.

Methods such as the fault tree method and the state enumeration method are the least used to assess the reliability of autonomous generation systems based on renewable energy sources.

The fault tree method is applied to estimate the reliability of an autonomous power supply system based on photoelectric converters and batteries, and failures of an inverter and a control system are taken into account. The fault tree method is a powerful tool for assessing the reliability of real technical systems, since it helps predict potential failures and improve the system reliability at the design stage. It allows to visually represent causal relationships between failures and to identify the most important failures and weaknesses of the system. However, the failure tree method requires a considerable effort when building a fault tree. This factor influenced retarding its development for use in assessing the reliability of autonomous power supply systems based on renewable energy sources.

The state enumeration method is used to quantify the reliability indicators of an autonomous power supply system based on photoelectric converters. The method takes into account affecting the failure rate of system components on output power, voltage level and power loss. Each component of a photovoltaic system has two mutually exclusive states: operating state and non-operating state. The roster method allows to take into account a change in the intensity of solar radiation, but is only suitable for systems with elements of the same type (photoelectric converters system without other types of sources and batteries).

Despite a wide variety of methods for analyzing the reliability of autonomous generation systems using renewable energy sources, some issues remain unresolved or require more careful study. In particular, it is not sufficiently fully taken into account: influence of weather conditions on the reliable operation of generation systems; emergency failures of generating and additional equipment, backup equipment and switching equipment. This makes it necessary and determines the relevance of research work on the development of scientifically grounded models and methods for analyzing the reliability of autonomous generation systems based on renewable energy sources.

References

1. Ehnergeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda : [utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 13 noyabrya 2009 g. № 1715-r]. M., 2014. 97 s.

2. Yakovleva E. V., Baturin S. V. Raschet nadezhnosti ehlektrotekhnicheskogo kompleksa s fotoehlektrostantsiej // Sovremennaya tekhnika i tekhnologii. 2015. № 5(45). S. 53–56.

3. Tremyasov V. A. Nadezhnost' ehlektrosnabzheniya. Krasnoyarsk : IPC KGTU, 2006. 163 s.

4. Bobrov A. V., Tremyasov V. A. Vetrodizel'nye komplekсы v decentralizovannom ehlektrosnabzhenii. Krasnoyarsk : Sib. feder. un-t, 2012. 216 s.

5. Karamov D. N. Optimizaciya sostava oborudovaniya avtonomnyh ehnergokompleksov, ispol'zuyushchih vozobnovlyaemye istochniki ehnergii i nakopiteli ehnergii: dis. kand. tekhn. nauk: 05.14.01. Irkutsk, 2016. 152 s.

**CASCADE HYDROPOWER STATIONS
(BY THE EXAMPLE OF THE SAYANO-SHUSHENSKAYA
HYDROPOWER COMPLEX)**

S.A. Khudyakova*

Scientific supervisor G.V. Elokhova
Candidate of Philology, Associate Professor

Sayano-Shushensky Branch Siberian Federal University

It is often impossible to utilize the river hydropower potential by using one hydropower station for technical, economic and other reasons. Thus the most efficient development of hydropower and water resources is achieved in the construction of run-of-the river cascade hydropower stations, forming a single water utilization system. The principle to construct cascade hydropower stations is fundamental in all countries.

The Sayano-Shushenskaya hydropower complex is considered in this paper.

A hydro cascade means several hydroelectric power stations located one after another on the same river. The hydro cascade has the following advantages compared with one large hydropower station of the same capacity on the same river. These are: several hydro dams can flood an area much smaller than one giant dam; one giant dam which can withstand the massive water pressure is costly; a hydro cascade improves the possibilities to change the capacity of hydropower stations, for example, in the case of floods.

The table below shows data comparison between the largest cascade hydropower stations in Russia and America.

Table

Country	the Russian Federation	the United States of America
Cascade name	the river Yenisey cascade	the river Columbia cascade
Installed capacity	12,72	25
Hydro electricity in billion kilowatt * hour	45,6	90
Number of cascade hydropower stations	3	14
surface area of the river basin in km ²	2 700	670

According this comparison, the cascade hydropower stations in America is twice as powerful as one in Russia. But the Yenisey river basin and its surrounding areas make it possible to construct more hydroelectric stations. This will increase the total capacity of the entire hydropower complex by several times. The Yenisey river cascade includes the Sayano-Shushenskaya station, the largest hydroelectric power

* © Khudyakova S.A., 2019

station in Russia, and on the Columbia river is the Grand Coulee station, the largest hydroelectric power station in North America. Their capacities are about equal.

The Sayano-Shushenskaya hydropower complex includes the Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station, the downstream Mainskaya hydroelectric power station and the spillway designed to pass extreme floods.

The Sayano-Shushenskaya hydropower station has a complex of hydraulic facilities located on the Yenisey river, near Sayanogorsk in the Republic of Khakasia. The main station's facilities include the concrete arch-gravity dam, a power plant building located near the dam and an additional spillway. Its total installed capacity is 6400 MW.

The Mainskaya hydroelectric power station is on the Yenisei River, near the village of Main in Khakasia. The station is a part of the Yenisey river cascade, being its second stage. It serves as a regulator of the Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station.

The Mainskaya hydropower station is a run-of-river hydroelectric power station with the low-head dam. The installed capacity of this station is 321 MW. The automobile bridge is connected to the station's hydroelectric facilities.

The water pressure facility of the station form a small reservoir. The reservoir is used to regulate the water level fluctuations in river Yenisey that occur when changing the operating modes of the Sayano-Shushenskaya hydroelectric power station. The trout farm has been developed on the reservoir near the station.

One of the main regional consumers of electric power at the Sayano-Shushenskaya hydropower complex is the Sayan Aluminum Plant.

In conclusion, the development of cascade of hydropower stations provides more complete flow regulation and hydropower resources utilization, allows to link the interests of hydroelectric industry and other participants of the water utilization system. Besides, the increase in electricity generation and the possibility of operating hydroelectric power stations in the peak zone in accordance with the load schedule are achieved.

References

1. Bryzgalov V. I., Gordon L. A. Hydroelectric power stations. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Technical University, 2002. 541 p. [in Russian].
2. Butler A. P., Zhdanov O. G., Lushnikov I. V. Renewable energy. Hydroelectric power Stations of Russia. Saint-Petersburg: St. Petersburg Polytechnic Institute, 2018. 224 p. [in Russian].
3. From Wikipedia, the free encyclopedia [Internet resource]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Sayano-Shushenskaya_Dam

**THE ROLE OF HYDROELECTRIC ENERGY
FOR RUSSIAN INDUSTRY IN PRE-
AND POST-WAR YEARS (1920–1945)**

V.E. Kobzeva*

Scientific supervisor G.V. YOLOKHOVA
Candidate of Philology

Sayano-Shushensky Branch of Siberian Federal University

Hydroelectricity is one of the most important energy resources that gives economic and social stability to our country. Reliability, economic profitability, maneuverability and inexhaustibility of water resources are the main reasons why the authorities always pay great attention to it. This paper deals with the special role of hydroelectric energy for Russian industry in pre-and post-war years (1920–1945).

On December 22, 1920 the State Plan for Electrification of Russia (GOELRO) was accepted by the 8th Congress of Soviets. The GOELRO plan represented the heavy industry development based on total electrification of the country. So, it can be considered the beginning of the Soviet industrialization.

By the end of the 1930s the industrial infrastructure of People's Commissariat was divided into six separate commissariats, among them the People's Commissariat of Power Plants and Electrical Industry. It included heat and electric power plants, turbine and boiler-making enterprises. This action was aimed at the development of industrial branches providing the Soviet country's defense.

In 1940 the industrial capacity of the country was rapidly increased, the installed power plants capacity and electricity production were expanded. As a result, the People's Commissariat of Power Plants and Electrical Industry was decentralized. This resulted in electric energy management in a more effective way.

Pre-war mobilization strategy has changed the program to increase energy potential. At that time the decision was made, economically inefficient but strategically forced. The construction of hydroelectric power plants of small and medium capacity was approved.

The Soviet engineers were given an unmeasured task: to expand electric power system and to provide its stability. Its difficulty lied not only in the short terms construction of hydroelectric and thermal power plants, other power resources. In the country that was recently agrarian there was a catastrophic lack of qualified personnel. Therefore, despite the wartime, the authorities tried to raise the level of vocational education not only for the army, but engineers too.

The World War II has stopped the energy growth in the Soviet country. Its electric power base was significantly reduced from 1941 till 1944. About 5 million kW of generating capacities were put out of operation at electric power plants, 61 power plants and more than 10 thousand km of high-voltage power lines were damaged or destroyed.

* © Kobzeva V.E., 2019

However, in 1942 hydroelectric engineers began to carry out reconstruction works. In May 1942 two generating units of the Volkhov hydroelectric power plant were put into operation. It was this hydroelectric power plant that made a huge contribution to the power supply of the besieged Leningrad.

Reconstruction works of hydroelectric engineers didn't stop and under attack. The result of colossal courage and professionalism was 20 percent restoration of generating capacity already before 1945.

The uniting process of electric power grids is taking its place in modern Russia. Why is this?

On July 1, 2008 RAO UES headed by Anatoly Chubais was privatized and reorganized into independent companies. Before this reform RAO UES was the state-owned electric power holding company in Russia. It included power plants, transmission lines and structures involved in utilizing of generated electricity. But then RAO UES was restructured. One company controlled the electricity generation, the other – its transmission, the third – its distribution.

The reform offered a free market. It was to allow the consumer to decide whom and how much to pay for electricity. But in practice, this reform was followed by financial fraud that was not only commonplace but also easy to organize. Many small companies and entities exacerbated the already difficult situation of the Russian economy. The disintegration of the electrical industry by this reform has led to increased accidents. A dramatic example is the Sayano-Shushenskaya power plant accident in 2009. It has occurred in the most reliable sector at the plant, this is the generation sector, and this factor could only increase the alarm. The RAO UES restructuring was constantly criticized, although its concept, this is the creation of a holding company in the electricity management, was the only right decision at that time.

In conclusion, the electric power grid consisting of generation, transmission and distribution of electricity should always be a single entity. Only under this scenario the industrial potential of Russia can be developed and established. This scenario was proved in the pre-war and wartime years. The country was able to carry out industrialization in the shortest possible period, to perform the GOELRO plan in the scheduled time as well as to restore the lost electricity capacities during thWorld War II and to develop new ones in the first post-war years.

References

1. Bryzgalov V. I., Gordon L. A. Hydroelectric Power : Textbook. Krasnoyarsk : CPI KSTU, 2002. 541 p.
2. Burdin E. A. Hydraulic engineering in Russia: Samara Volgostroy to the Big Volga. Ulyanovsk: ULGPU them. Ulyanova, 2010. 222 p.
3. Devyatov S. V. The Energy of the great victory/ Group of authors commissioned by the Ministry of energy. Moscow : Ekspertus, 2015. 500 p.
4. Khutornoi E. O., Dvorny V. V., Chumak A. R. History of Hydropower development. Ufa, OOO Nika, 2017. 107 p.
5. From Wikipedia, the free encyclopedia [Electronic resource] : RAO UES: URL: https://en.wikipedia.org/wiki/RAO_UES.

IMMERSION GILDING ON PROTECTIVE SOLDER MASK**D.A. Koltsov***

Language supervisor E.V. Gerasimenko

Siberian Federal University

The production of printed circuit boards with immersion gilding [1] is not a new technology. It is widely used all over the world. Progress does not stand still, and gold does not become cheaper, so the coating method with immersion gold on a protective solder mask was invented for only selective sections, but not for the entire board. This has significantly reduced the consumption of this precious metal, as well as its cost. However, there is a problem with designing a new technological process in particular, the detachment of the protective solder mask from the copper layer and the process of inserting nickel and gold under the masked areas (Fig. 1).



Fig. 1. Inserting nickel and gold under the masked areas

We are assuming that the root cause of the problem lies in preparing the copper surface before applying the protective solder mask. Four samples were selected for various surface preparation:

The first sample is surface degreasing → double washing with running water → sampling in sulfuric acid → washing with running water;

The second sample is the use of a Brushwasher → washing with running water;

The third sample – cleaning with pumice suspension → washing with running water;

The fourth sample – Acid cleaning with Acid Cleaner 7320 → double washing with water → micro etching Microetch 7227 S → double washing with water.

As shown in Fig. 2, the structure and copper surface are quite different after cleaning in various ways.

* © Koltsov D.A., 2019

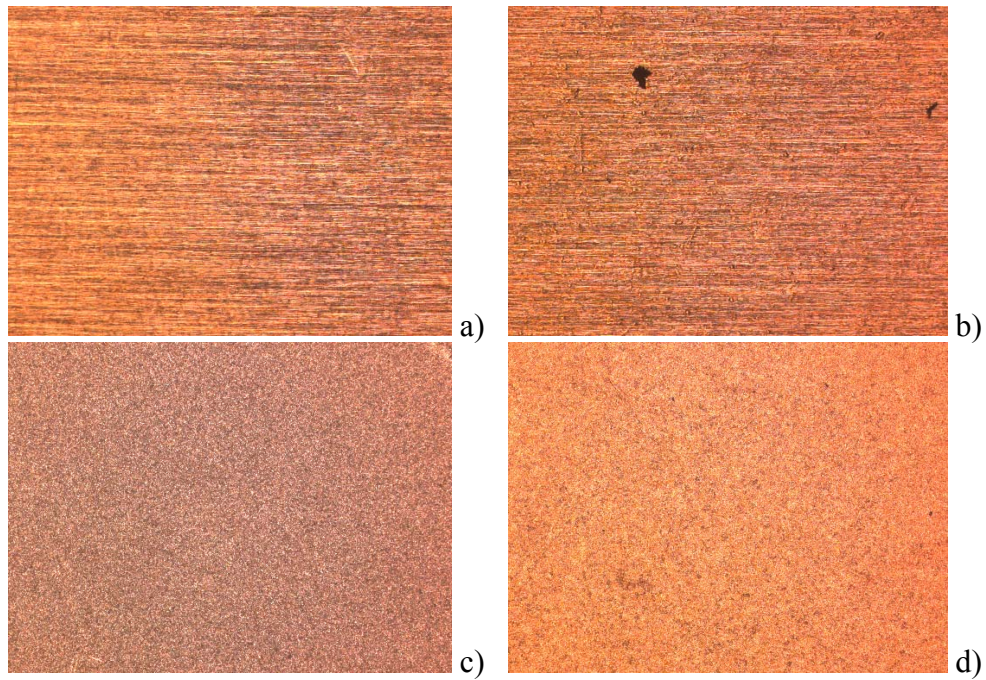


Fig. 2. The first sample after preparation (a), the second sample after preparation (b), the third sample after preparation (c), the fourth sample after preparation (d)

We shall further apply the IMAGECURE XV501T-4 [2] protective soldering mask with a squeegee (Fig. 3). All recommendations of the mask manufacturer for mixing, application, pre-drying, exposure, manifestation and curing (final drying) are followed.

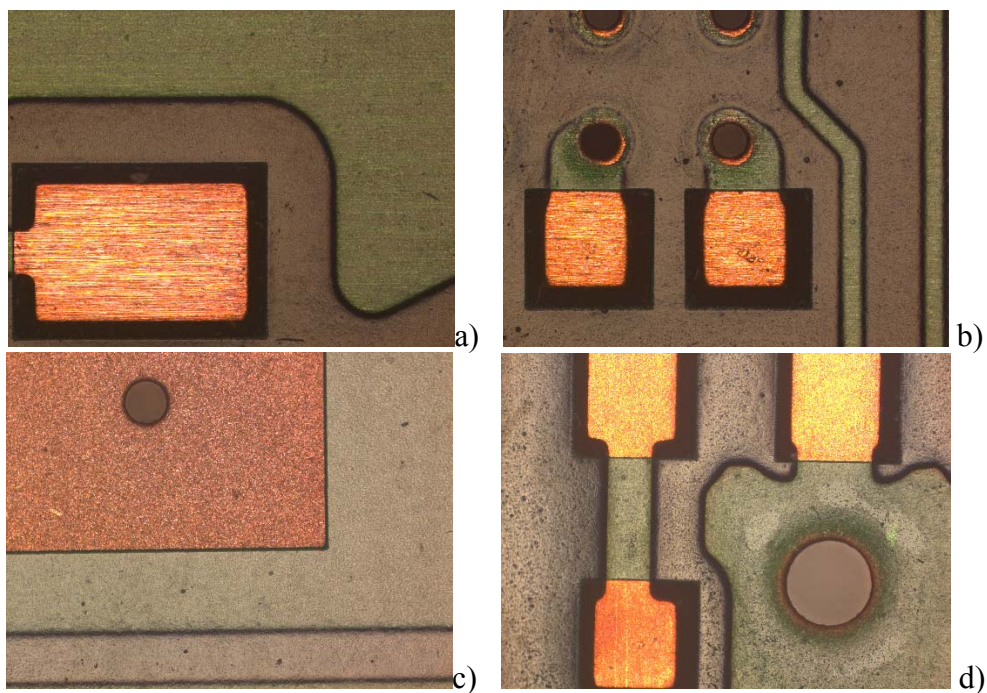


Fig. 3. Protective solder mask after final drying. The first sample (a), the second sample (b), the third sample (c) and the fourth sample (d)

And we finally proceed to the chemical nickel plating with the KEM Ni 6000 compound and the immersion gilding with the KEM Au 3000 compound (Fig. 4).

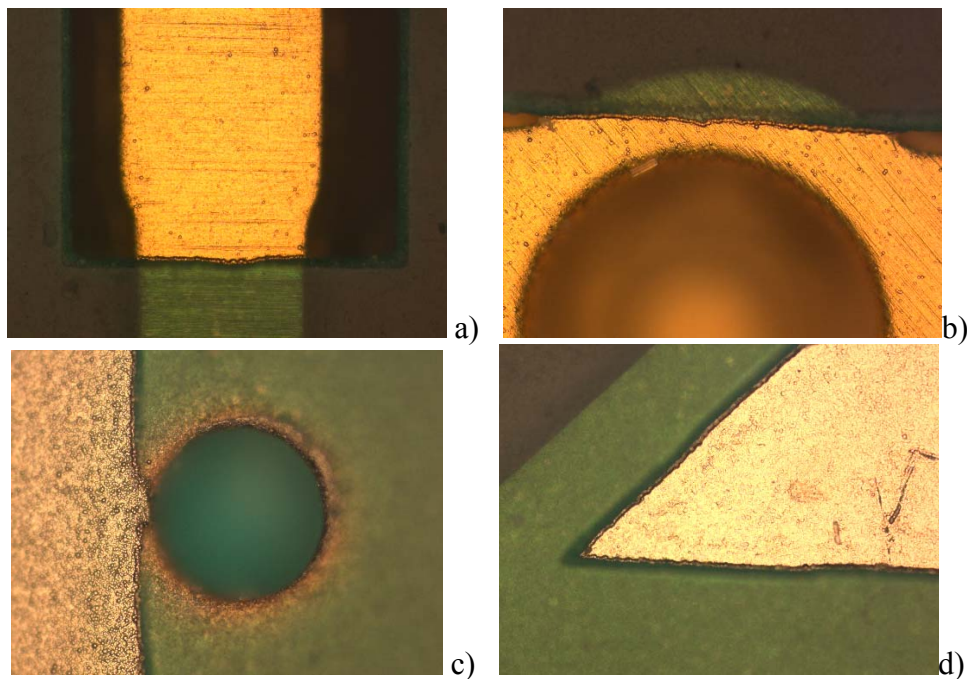


Fig. 4. Immersion gilding (the first sample-a, the second sample-b) and chemical nickel plating (the third sample-c, the fourth sample-d)

To summarize: two out of the four surface preparation methods, showed the best results: the first and second samples. Their structure provides higher solder mask adhesion to the surface. The third and fourth samples have a rough cellular structure, and the surface of the solder mask is heterogeneous and looks like an orange peel.

However, the obtained results show that the first and second samples are not perfect. We will continue search for the optimal method of surface preparation. We are interested in processes of micro etching of the foil surface under a mask based on formic acid.

References

1. Finishing coatings for surface mounting of modern element base : website. URL: <https://ostec-group.ru>.
2. Soldering masks and SunChemical resists : website. URL: <https://www.petrocom.ru>.

3D-DESIGN FOR FOUNDRY PRINTING

Y.O. Kravchenko*

Scientific and Language supervisor S.V. Burmaga
Siberian Federal University

Foundry production is necessary in the modern world. This is the most important industry. Metal casting is used in almost any field of activity.

Why metal products are so popular? Everything is simple – these products are of high strength and durability.

Foundry production in our time is noticeable everywhere. Metal casting is a demanded technological process that allows to make metal products of the desired shape. Different alloys are used with a varying degree of fluidity in the molten state.

The rapid development of high technology offers unexpected solutions for classic industrial methods of manufacturing products. A few years ago the assumption about the possibility of printing a metal product seemed fantastic. Last year engineers from a Texas company for the first time in the world “printed” a real metal pistol (fig.1). They did this to demonstrate the opportunity of modern industrial 3D-printing technology and they do not set a goal to make technology available in every home. They believe that it will happen sooner or later.



Fig. 1. A printed metal pistol

Volume printing makes possible to produce models for the manufacture of molds based on CAD-files (digital files of a three-dimensional object). The time to create a model on a 3D printer is much less than the time to produce a sample for casting in traditional ways. 3D-equipment gives designers the opportunity to develop products with geometry that is impossible to produce by traditional methods. 3D-printing accelerates the production cycle of the casting mold. The production of a high-precision model using a 3D printer takes only a few hours (in contrast to the long manual work). In addition, the master can be sure that he will receive the product exactly the same as the digital model.

* © Kravchenko Y.O., 2019

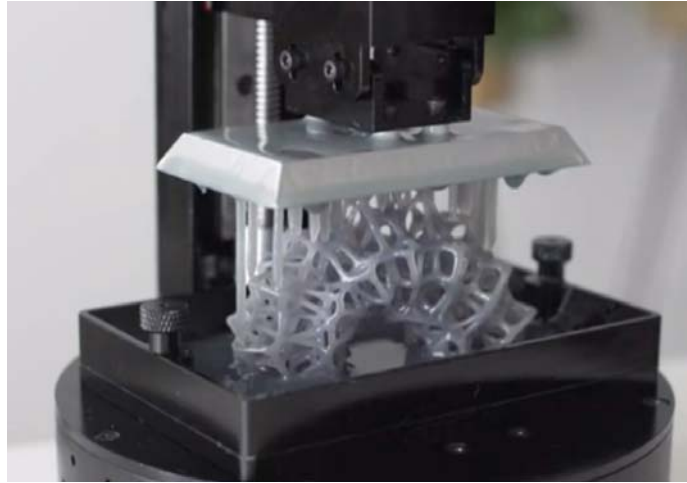


Fig. 2. The process of 3D-printing

If it is necessary that the produced parts are light, then the additive (additive technology involves the overlaying of thin layers of material) production offers a lot of opportunities for this. To reduce the mass of parts, it is necessary to design the walls of parts in the form of cellular structures. It is possible to create hollow parts, which is difficult in the case of metal casting.

Unfortunately, the equipment for metal printing has just been developed and 3D printing allows to make casting models only of two materials:

Wax. Using this material, we can get the billets for creating molds with a melting point of about 60 degrees, smooth surfaces and fine detail. 3D-stencils are used in the industry, dentistry, jewelry production.

Photopolymer. This material allows to create burnout models and high-precision samples to make silicone molds.

Creating a mold on a 3D printer ensures:

- rapid prototyping of parts according to drawings or data from 3D files.
- the ability to print molds of any complexity.
- easiness, convenience, cleanliness and low cost of creating a form.

3D-printing gives almost unlimited design freedom and a high level of detailing. Additive technologies not only reduce build time, but also provide completely new design possibilities. The evaluation of perspective researches is quite debatable because of the development of this new direction. Nevertheless, sooner or later it will become very popular, just in five years only.

References

1. Titov N. D., Stepanov Yu. A. Foundry technology. M. : Engineering, 1974. P. 472.
2. Kim V. S. Theory and practice of 3D-modeling. M., 2015.
3. Keness E., Fonda C., Zennaro M. Affordable 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development. 2013.
4. Gorkov D. Introduction of new technologies into production processes. 2015. P. 276.

THE STUDY OF STRUCTURAL PROPERTIES AND MAGNETIC HYSTERESIS OF EPITAXIAL IRON FILM ON Si(111) SUBSTRATE

D.A. Litavrin*

Language supervisor S.V. Polikarpova
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Thin film systems based on Fe – Si possess unique physical properties, causing great interest among researchers, as these films have good application prospects in spintronics devices. The main purpose of this work is depositing the iron film on the Si(111) substrate in compliance with the technological conditions and a subsequent study of structural properties and magnetic hysteresis.

Deposition of epitaxial films of iron was performed by thermal evaporation on the Molecular Beam Epitaxy (MBE) installation “Angara” (Fig. 1).

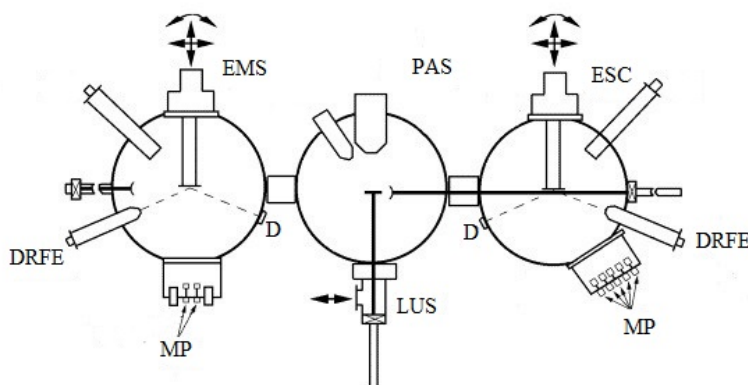


Fig. 1. Scheme of vacuum-mechanical installation “Angara”

The analysis of the substrate surface was carried out by the method of diffraction of reflected fast electrons (DRFE) by diffractometers built-in in “Angara” installation (Fig. 2).

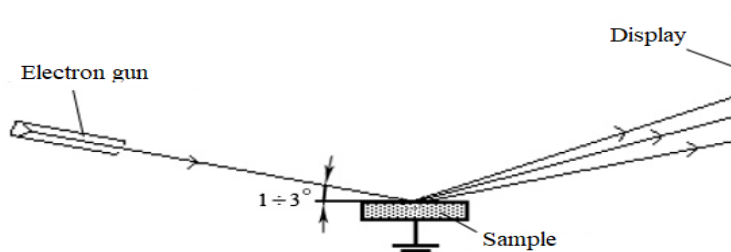


Fig. 2. Diffractometer functional scheme

* © Litavrin D.A., 2019

The study of diffraction patterns at the first stage makes possible to determine the size of the crystallites. The second step is to measure the radius of the Debye rings (polycrystal) or the radial distance to the reflex spots (single crystal). Knowing distances r , expressed in millimeters, and $L\lambda$ – constant of the device, we can find interplanar distances by a simple equation:

$$rd = L\lambda \quad (1)$$

In the experiment a monocrystalline silicon substrate with a diameter of 60 mm with a surface orientation (111) was applied. After chemical treatment, the substrate was put in the MBE installation “Angara” and annealed for 4 hours at a temperature of 600 °C [3]. After annealing, the temperature was raised to 900 °C and then lowered to 600 °C with repeating this procedure until the structure of the substrate surface 7×7 was formed.

Figure 3 shows the diffraction pattern of DRFE from the iron film deposited on the Si (111) 7×7 surface [1].

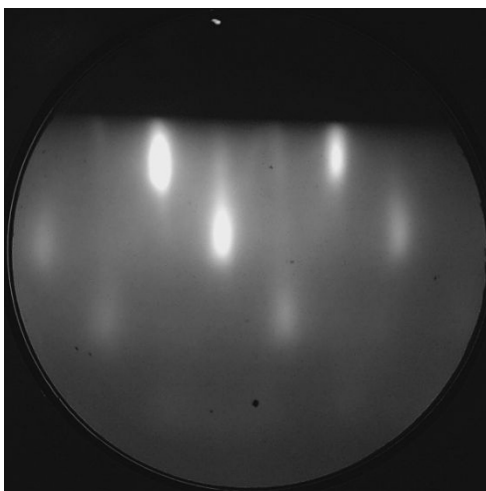


Fig. 3. Pattern of DRFE from Fe/Si(111) 7×7 surface

On this diffractogram there are reflexes represented by elongated points which form a grid of reflexes. This geometry of reflexes suggests that a single-crystal film of iron has been formed in this experiment.

Magnetic hysteresis is the dependence of the magnetization vector M and the external magnetic field vector H_0 . The magnetic hysteresis loop (Fig. 4) for Fe/Si(111) 7×7 film is measured by a ferrometer with Helmholtz rings in magnetic field equal to 18.4 Oe [2].

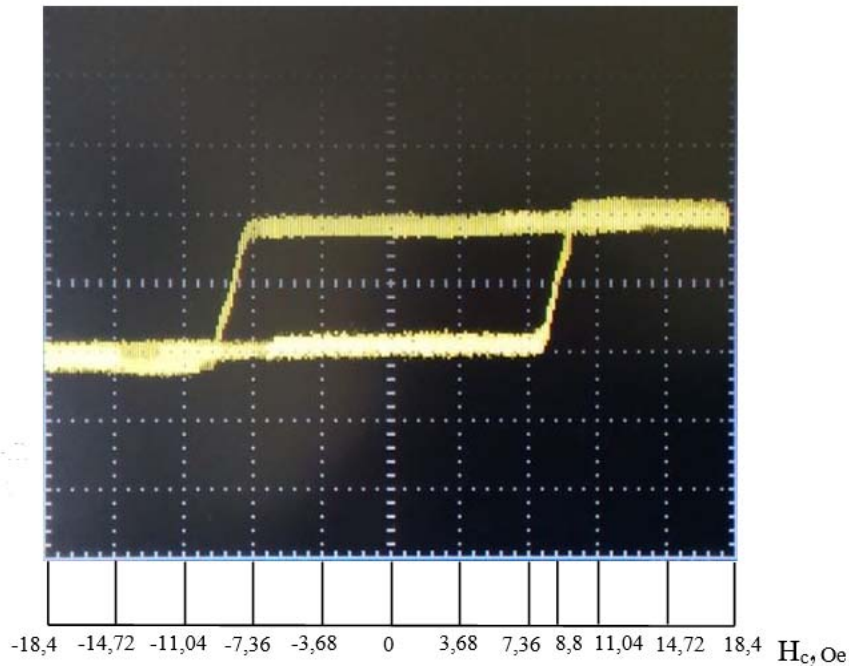


Fig. 4. Hysteresis loop for Fe/Si (111) structure in the direction of easy magnetization axis

The coercive force H_c for the obtained structure is 8.8 Oersted [3].

References

1. Zhigalov V. S., Varnakov S. N., Polyakova K. P. [et al.] Methods of obtaining magnetic layers and study of their physical properties / Siberian state aerospace. University. 2008. P. 164.
2. Babitsky A. V., Belyaev B. A., Skomorokhov G. V. [et al.] The weak field magnetometer resonator on microstrip transducer with thin magnetic films // Technical physics letters. 2015. Vol. 41, Is. 7. P. 36–44.
3. Yakovlev I. A., Varnakov S. N., Belyaev B. A. [et al.] Investigation of structural and magnetic characteristics of epitaxial films Fe₃Si/Si(111) // Technical physics letters. 2014. Vol. 99, Is. 9. P. 610–613.

STUDY OF MUTUAL INFLUENCE OF EXTRA HIGH VOLTAGE PARALLEL LINES

A.V. Luzyanina*

Scientific supervisor S.A. Timofeev
Ph.D., Associate Professor
Language supervisor V.N. Yurdanova
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Power lines with voltage of 500 kV and above have a high degree of reactive power compensation by shunt reactors (RS). This can lead to a series of resonance phenomena that occur in both normal and non-phase-line modes of operation.

On overhead lines (OHL), running in the same corridor, resonance phenomena can lead to an increase in their mutual electromagnetic and electrostatic influence.

So on parallel ultra high voltage lines (500 kV and above), significant voltages are often detected on lines disconnected from both sides, high asymmetry currents in the neutral of the RSH groups and incorrect actions of the relay protections [1]. In addition, the mutual influence of lines can lead to weighting of the conditions for automatic reclosing of lines (AR) implementation, due to an increase in the arc charging current in the AR period.

This requires studies of mutual influence of 500 kV overhead lines on each other under conditions of high compensation of reactive power on the lines.

Previously, only the influence of compensation degree of the RSH issues and the power transmitted over overhead line to the induced voltages appearing on the power lines disconnected from both sides were considered.

1. The equivalent circuit of the studied electrical network and its parameters

As an object of study, two 500 kV lines of the Sayano-Shushenskaya HPP – Novokuznetskaya, 450 km long, running in the same corridor, were considered. The lines have one wire transposition cycle and 50 m distance between the circuits.

Preliminary studies have shown the need to take into account the transposition of the wires of the line, since this factor has a significant impact on the values of the induced voltage. Figure 1 shows a schematic design diagram of the transposed VL adopted for research.

The geometrical parameters of the lines and phase conductors (Fig. 2), using the powerlines parameters [2] program, determined the specific electrical parameters of a ten-wire line consisting of six phase conductors and four ground wires.

* © Luzyanina A.V., 2019

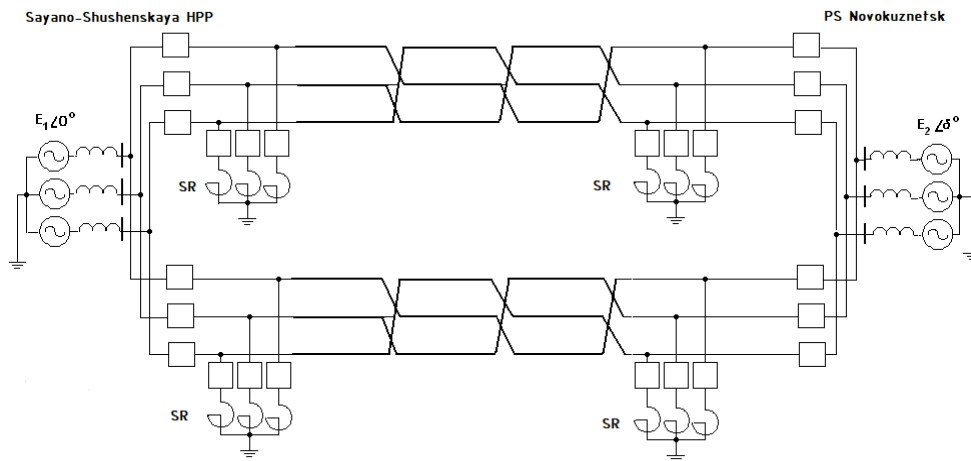


Fig. 1. Design scheme for determining the mutual influence of 500 kV parallel overhead lines

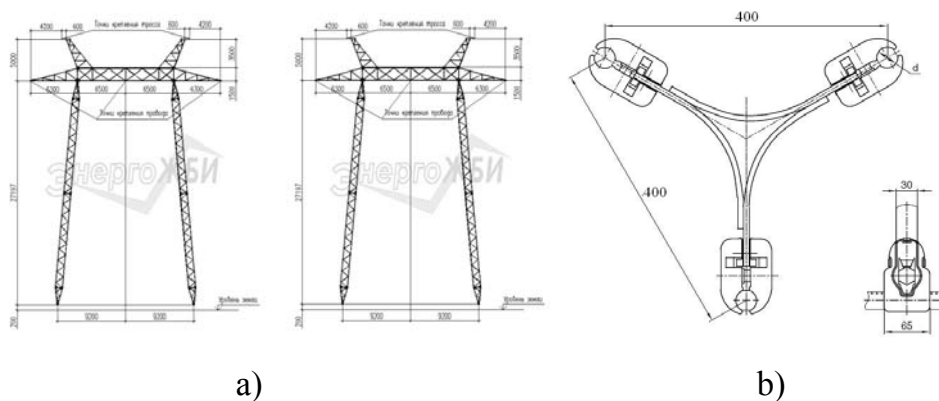


Fig. 2. Geometric parameters of 500 kV lines a) – supports, b) – wires

Studies were conducted using the Matlab R 2014 a software package for the scheme of Fig. 3 with the following parameters in a straight line and zero sequence:

- inductance of adjacent systems in the mode of the minimum possible number of generating sources (mode with increased reactivity of the systems): $L_{1Smax} = 0,271$ H, $L_{0Smax} = 0,0685$ H (Sayano-Shushenskaya HPP); $L_{1Nmax} = 0,0985$ H, $L_{0Nmax} = 0,107$ H (PS Novokuznetsk);
- parameters of shunt reactors 500 kV (3 60 MVar): $L_p = 4,88$ H, $R_p = 6,0$ Ohm.

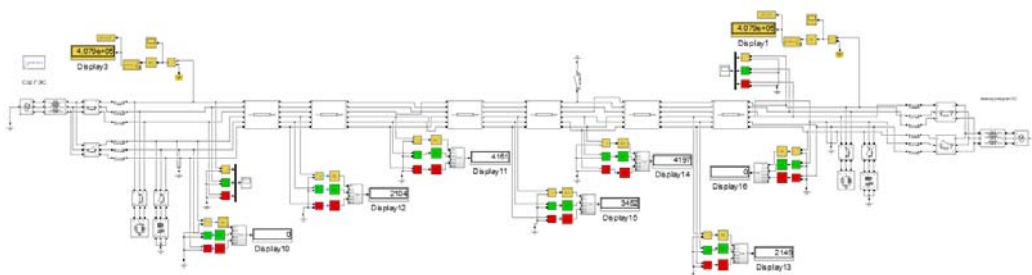


Fig. 3. Simulation scheme of the studied modes in the Matlab environment

2. The steady-state voltage values induced on the phases of the disconnected circuit

Induced voltage is the potential difference between the conductive parts of electrical installations (overhead lines or substation equipment) and a point of zero potential, resulting from the action of electric and magnetic fields created by nearby electrical installations that are under voltage. Induced electric field is characterized by an electrostatic component, depending on the voltage of the influencing overhead line and capacitive connections of the lines under consideration, as well as the electromagnetic component, which depends on the currents in the influencing overhead line, the distance between the disconnected and the influencing lines, and also on the lengths and parameters of the current paths [3].

Figure 4 shows the dependences of the voltages induced on the line disconnected on both sides of the phase capacitances degree (K_f) of shunt reactors compensation and angle δ between the EMF vectors of the systems characterizing the power transmitted by HVPL:

$$K_f = \frac{1}{\omega^2 C_f L_p} \quad (1)$$

where C_f – phase capacity of the power line, F; L_p – shunt reactor inductance, H; ω – angular frequency.

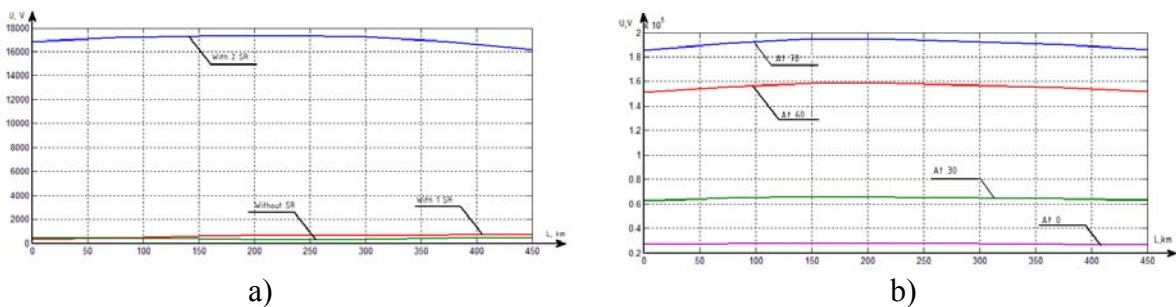


Fig. 4. The distribution of the induced voltage along the power line
 a) – with a different number of connected reactors, b) – when δ changes

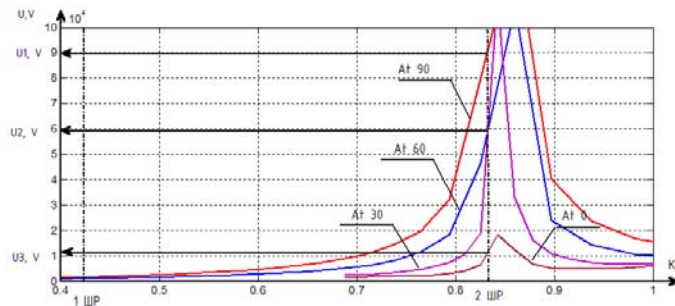


Fig. 5. Induced voltages on the power line depending on the degree of phase capacitance compensation

It can be seen from the figures that the induced voltages have a significant effect on the degree of compensation of the phase capacitances of an overhead transmission line using RS and the power transmitted along a parallel line. The voltage increases on the line when installing two RSHs are quite close to resonant ones.

Conclusion

The conducted research allows to draw the following main conclusions:

- voltage increase on the phases of a disconnected line are of a resonant nature;
- power transmitted along the neighboring line, determined by the angle of shift of the EMF of adjacent systems (δ), has a significant effect on the induced voltages;
- presence of two shunt reactors connected at the ends of the line, leads to the appearance of induced voltages on the HVPL $0,31 \div 17,4$ kV_{max};
- significant reduction of the induced voltage to 0,31 kV can be achieved by disconnecting one RSH group.

References

1. George Filippopoulos, Member, IEEE, and Dimitris Tsanakas. Analytical Calculation of the Magnetic Field Produced by Electric Power Lines.
2. Pekalska E. Marjolein van der Glas. Introduction to Matlab.
3. Trlep M., Hamler A., Jesenik M., Stumberger B. Electric field distribution under transmission lines dependent on ground surface // IEEE Trans. on Magnetics. 2009. Vol. 45, No. 3, P. 1748–1751.

HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX DEVELOPMENT AND DEBUGGING METHODS OF FORMING PROMISING SIGNALS OF SATELLITE COMMUNICATION SYSTEMS

A.V. Mishurov, A.V. Zhgun, D.A. Malysheva*

Scientific supervisor A.B. Gladyshev

Associate Professor

language supervisor I.V. Alekseenko

Siberian Federal University

Today, the development of the Arctic is a very relevant area of Russia's economic development. This requires the creation of a developed telecommunications network in this territory, providing a range of communication services.

The main part of the satellite communication system is made up of repeaters of satellite communications. One of the main modern trends in the development of satellite repeaters is the transition to Ka-frequency range and the construction of repeaters using HTS (high throughput satellite) – technology.

Existing approaches to designing and testing transponders are outdated due to HTS technology. Measurement of system characteristics should be based on proven repeaters. The main characteristics of repeaters – the equivalent isotropic-radiated power (EIRP), the non-linearity of the amplitude-frequency characteristic, the non-linearity of the group delay time – are no longer sufficient for the consumer.

Data transmission on a radio channel should be carried out at a frequency up to 30-40 GHz.

The testing system of satellite communication is executed in the form of hardware-software complex on a National Instruments platform.

The Hardware-software Complex (HSC) provides forming, reception and processing of broadband signals in different frequency ranges with different laws of modulation and signal-code constructions. Such HSC functionality does possible measurement of the main satellite repeaters radio engineering characteristics.

Hardware-software complex can be divided into four functional parts:

- broadband signal generation system;
- system of reception and processing of broadband signals;
- system of increasing / reducing the carrier frequency of the signal;
- control and measuring equipment for intermediate control of broadband signals in the transmission path.

In the test signal generation mode:

- a) generation of a single frequency and multipart signal in the frequency range 1 ... 40 GHz and power up to 17 dBm;
- b) generation of TDMA, FDMA, MF-TDMA, CDMA, DVB-S2 signals in the band up to 500 MHz and the frequency range 1...40 GHz with the signal level up to 17 dBm.

* © Mishurov A.V., Zhgun A.V., Malysheva D.A., 2019

The block diagram of the HCS is shown in Fig. 1.

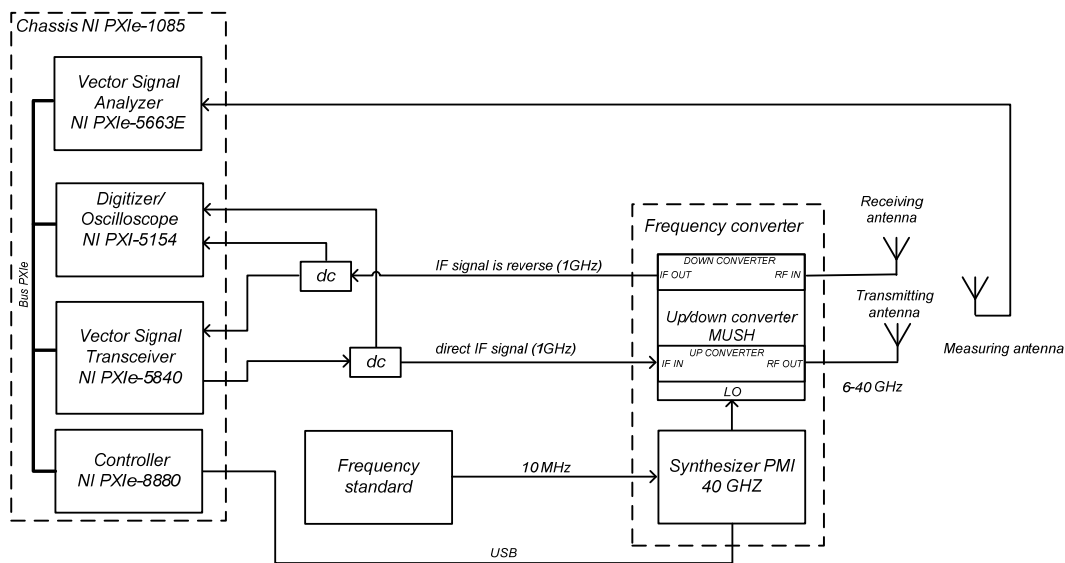


Fig. 1. Hardware-software complex block diagram

The broadband signal generation system consists of a vector signals generator up to 6.5 GHz from the NI PXIe-5840 transceiver with NI PXI-8880 controller. The special software LabVIEW allows the use of wide broadband signals with a bandwidth up to 500 MHz.

The system of reception and processing of broadband signals is a set of hardware vector signal analyzer from the transceiver PXIe-5840 with programming capabilities in an integrated FPGA (field-programmable gate array), a computational controller and a special software made in LabVIEW.

The most important advantages of the structure of the vector signal analyzer are broadband frequencies up to 500 MHz with the ability to expand up to 1 GHz.

The system of increasing / reducing the carrier frequency of the signal is designed to increase the frequency of the generated broadband signal from the intermediate to the carrier frequency and reduce the received signal from the carrier frequency to the intermediate. This process is carried out by a frequency converter.

Control and measuring equipment is necessary to control the structure of the signal at an intermediate frequency in the time and frequency domain using a high-frequency oscilloscope NI PXIe-5154 and signal analyzer NI PXIe-5663E.

Modeling and development of structural broadband signals is carried out using software. The generated signals are transmitted by the transceiver to an intermediate frequency up to 1 GHz. To control the intermediate frequency part of the power is fed through a directional coupler to the oscilloscope. And the signal at the intermediate frequency is fed to the frequency converter for transmission to a higher frequency. The signal is emitted in space from the output of the transducer at a very high frequency.

The emitted broadband signal is received by the receiving antenna connected to the input of the frequency transformer.

From the output of the frequency converter, the studied signal at the intermediate frequency enters the signal analyzer of the PXIe-5840 transceiver, where it is processed according to the developed algorithm.

The HSC is developed in LabVIEW.

As a result of joint work of software and hardware, the following functions are implemented in the HSC:

- generation of promising signals of satellite communication systems with a spectrum width up to 500 MHz of different types – TDMA, FDMA, MF-TDMA, CDMA with different modulation laws – FSK, BPSK, QPSK, GMSK, QAM, OFDM;
- receiving and processing of the generated signals that have passed the propagation medium;
- measurement of the characteristics of the received signals – power, signal-to-noise ratio at the input of the receiver and the bit error rate.

The results of the work are shown in Fig. 2. The spectrum of the generated DVB-S2 signal is presented as an example.



Fig. 2. The spectrum of DVB-S2 signal

Thus, the creation of modern communication satellites requires a new approach to testing the measurement of radio characteristics of repeaters with the maximum degree of automation. Ground-based experimental tests and orbital (flight) tests of satellites repeaters are difficult multi-step process. This HSC allows us to automate designing process of new satellite communication systems. With further refinement, it can be used to measuring the basic technical characteristics of satellite repeaters in communication systems.

References

1. Gladishev A. B., Dmitriev D. D., Veysov E. A., Tyapkin V. N. 2017 A hardware-software complex for modelling and research of near navigation based on pseudolites. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 803 012048.
2. Gladishev A. B., Ratushnyak V. N., Ryzhkov D. N., Bogachuk A. A., Golubyatnikov M. A. Laboratory complex for simulation of near-range navigation system

based on pseudosatellites // Modern problems of Radioelectronics Siberian Federal University, Institute of engineering physics and Radioelectronics. 2017. Pp. 120–124.

3. Vygonsky Yu. G., Kuzovnikov A.V., Golovkov V.V. Analysis of the possibility of creating a satellite communications system to serve the Arctic region // Satellite technologies and business. Special application magazine "Connect. The world of information technology". 2014. No. 5. P. 24–30.

PHASE FORMATION IN THIN FILMS OF Fe/Si

Z.I. Nazarova, A.N. Nazarov*

Language supervisor S.V. Polikarpova
Senior Lecturer*Students, Siberian Federal University*

Nowadays, as technology moves forward, it is necessary to synthesize different materials with particular properties. For many years thin films have been one of the most promising fields of research. To obtain required compounds we need to know the laws and principles of solid-state interactions which take place in thin films.

One of the most successful models of predicting the phase formation sequence is the Effective Heat of Formation (EHF) model [1]. The advantage of the EHF model is that it takes into account the concentration of the reactants at the growth interface, using the equation:

$$\Delta H' = \Delta H^0 \frac{\text{effective concentration limiting element}}{\text{compound concentration limiting element}} \quad (1)$$

where $\Delta H'$ and ΔH^0 are expressed in kJ per mole of atoms. At the reaction interface the two elements are available in a specific ratio (the effective concentration), while forming a specific compound the elements are consumed in the compound ratio. The element is called the limiting one if its effective concentration is less than its concentration in the compound to be formed. Using equation (1) we can easily calculate the effective heat of formation as a function of concentration of the reacting species. It is done for the Fe-Si binary system in Fig. 1.

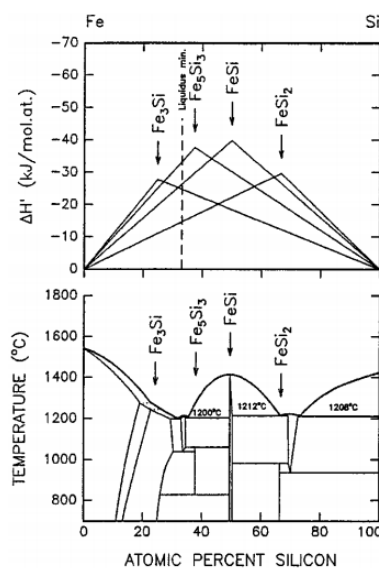


Fig. 1. The effective heat of formation ($\Delta H'$) diagram (top) and the phase diagram (bottom) for the Fe-Si model

* © Nazarova Z.I., Nazarov A.N., 2019

For using the EHF model it is indispensable to know the effective concentration of the reactants at the growth interface. It has been shown that the most effective mixing at the interface takes place at the composition of the liquidus minimum of the binary system [2]. Owing to that fact the composition at the liquidus minimum is chosen as the effective concentration during solid-state reaction. Accordingly to phase diagram the liquidus minimum is marked as a dashed line in the effective heat of formation diagram.

A phase which has the most negative effective heat of formation is predicted to form first. As one of the elements is consumed, the effective concentration (of the element which forms substrate) moves to the greater values. Thus, accordingly to the diagram, the formation of the next most preferable phase takes place instead.

Thin films of Fe_3Si have been obtained by vacuum-evaporation technique on installation of molecular beam epitaxy “Angara” [3]. Atomically clean Si(111) substrate has been used. Phase formation has been analysed by transmission electron microscopy (Fig. 2-5).

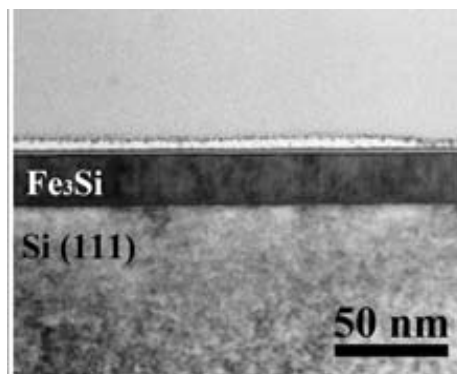


Fig. 2. Electron microscopical image of $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{Si}$ before annealing (cross-section geometry)

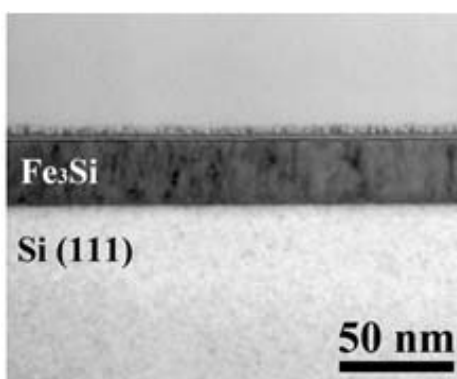


Fig. 3. Electron microscopical image of $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{Si}$ after annealing at 350C (cross-section geometry)

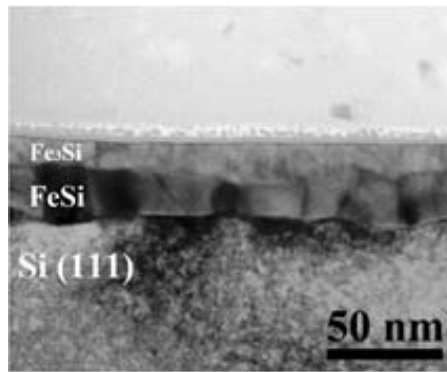


Fig. 4. Electron microscopical image of $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{Si}$ after annealing at 450C (cross-section geometry)

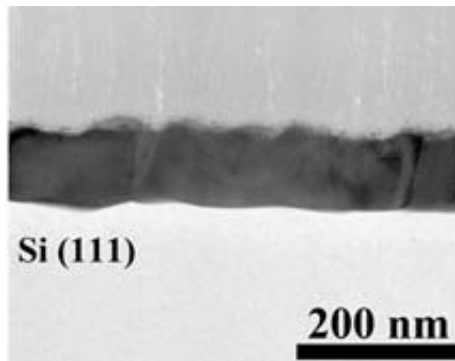


Fig. 5. Electron microscopical image of $\text{Fe}_3\text{Si}/\text{Si}$ after annealing at 550C (cross-section geometry)

Predictions of the EHF model agree with experimental results.

References

1. René P., Christiaan C., André V. Compound Phase Formation in Thin Film Structures // Centre for Solid State Science, Arizona State University, 24.06.2010.
2. Brown A. M., Ashby M. F. Correlations for diffusion constants, *Acta Metall.*, 28, 1085, 1980.
3. Volochaev M. N., Tarasov I. A., Loginov U. U., Cherkov A. G., Kovaliev I. V. Regularities of phase formation in $\text{Fe}_3\text{Si}(111)/\text{Si}(111)$ structure at vacuum annealing.

VERIFICATION APPLICABILITY ULF-RANGE TO METHOD OF LOCATING MINE AVALANCHE VICTIMS. EXPERIMENTAL SETUP DEVELOPING

A.S. Neverov*

Language supervisor V.G. Andyuseva

Siberian Federal University

Nowadays for locating mine avalanche victims rescue party use different devices and systems («Rescuer», «System-1R», «System-1K», «Peleng-1», Flexcom, Raduis-2), they use infrared scanning, acoustic waves and electromagnetic radiation (EMR). Flexcom and Radius-2 systems belong to EMR and has principle similar to one described in [1].

Flexcom system use radiating wire installed in mines and carried wearable transceivers for communication. Therefore, it can locate avalanche victims when it is installed [2]. Raduis company developed Raduis-2 system providing search without being installed into mine. It operates at frequency 457 kHz and equipped with wearable radiobeacon and direction finder. Such solution allows to locate victims at maximum distance 40 m [3].

Enhancement of this distance possible either with lower frequency or increasing radiobeacon emitting power. Taking to account increasing power consumption with radiobeacon emitting power the first way is preferred. Method applicability tested using experimental setup, which includes constant emitted power transmitter and receiver calculating distance to transmitter by means of RSSI (Received Signal Strength Indicator) algorithm.

Transmitter consisting of:

- 12 V Power supply.
- Monoharmonic 1020 Hz signal generator.
- Transmitting antenna combining two oscillating circuit series.
- Antenna excitation circuit.

Figure 1 shows transmitter components connection scheme.

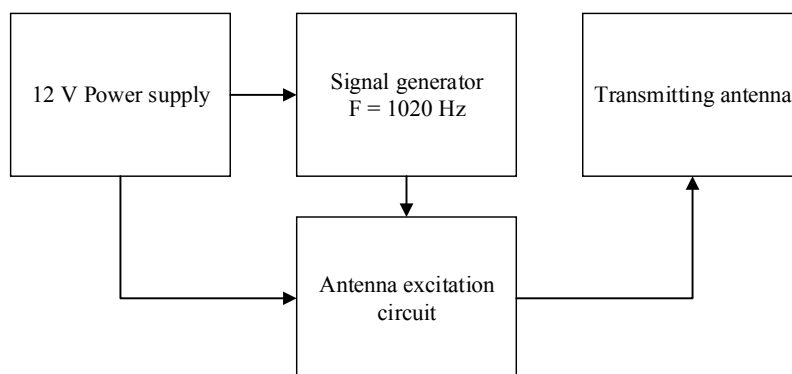


Fig. 2. Transmitter components connection scheme

* © Neverov A.S., 2019

Received 1020 Hz signal amplified and transferred to computer for calculating distance to transmitter.

Receiver structure scheme and full experimental setup scheme are shown on Fig. 2 and 3 respectively.

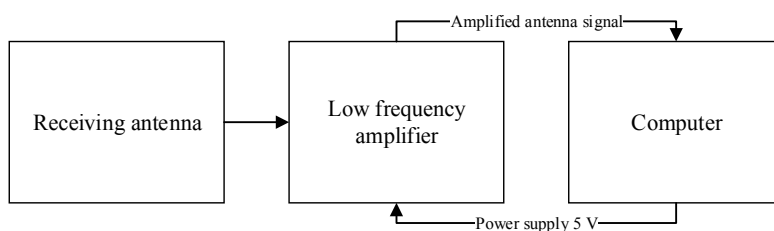


Fig. 3. Receiver structure scheme

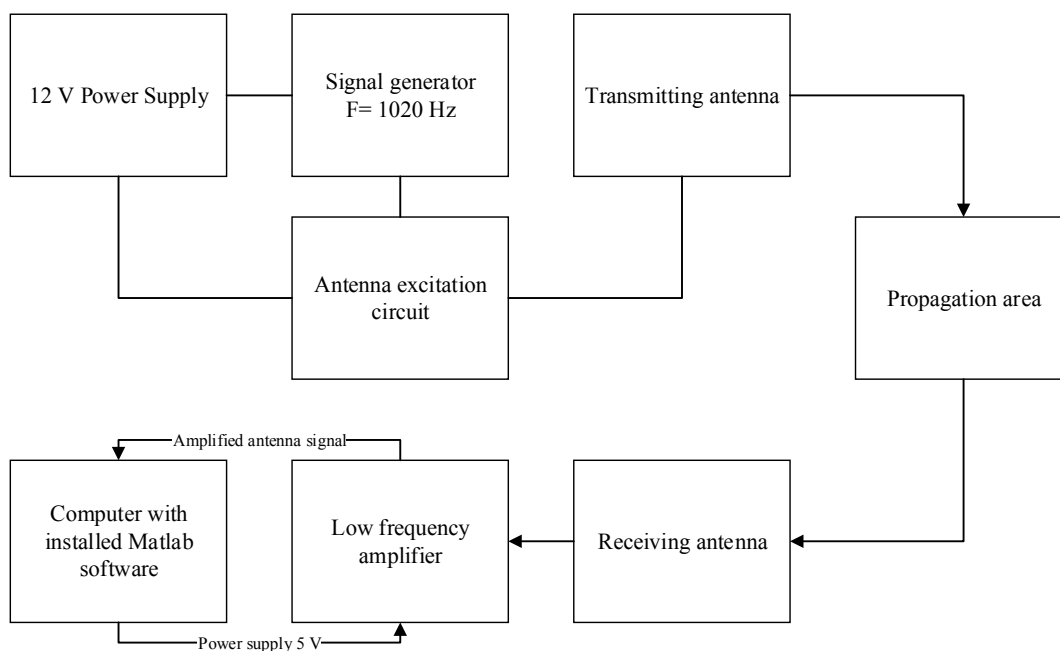


Fig. 4. Full experimental setup scheme

References

1. Method of searching for injured people under rubble [Text]: Patent RU 2584978 C1: Int. Cl. A62B 99/00 (2009.01) E21F 11/00 (2009.01) H04B 5/00 (2009.01); Inventor and proprietor SHirokov I.B.; Date of publication 20.05.2016 Bull. № 14.

2. *Flexcom system*. (б.д.). Mine Radio Systems Inc.: <http://www.mineradio.ru/undergr.php?lng=ru>.

3. *RadiusPoisk subsystem*. (б.д.). Radius-NVIC: <http://www.radius-nvic.ru/ru/products/radiuspoisk.html>.

VIRTUAL REALITY AS A MEANS AND MANNER OF LEARNING

N.E. Perevedentsev, A.A. Tropin*

Language supervisor S.V. Polikarpova
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Today, education is considered as one of the most perspective direction for the development and implementation of virtual reality technologies. The idea of using virtual reality for the purpose of learning has already proven to be successful and VR technologies are already being used in virtual learning abroad. Virtual reality gives new opportunities for studying the theory and practice because traditional methods can get obsolete due to their lack of new forms and methods of visualization and representation [1].

The aim of our study is to develop a model for training radar chiefs at the undergraduate level of military institutes. We will take into account the experience of implementing virtual reality in education process abroad and devise a model which will combine traditional methods with VR for better understanding of radar performance guided by radar chiefs.

The main advantages of this training model can be as following:

- **Visibility.** Virtual Reality will allow to simulate and play any processes on a radar.
- **Training period.** Virtual Reality will allow to reduce training time.
- **Time per fault.** Virtual reality will allow to reduce operation time of radar thereby extend the service life.
- **Safety.** Virtual Reality gives an opportunity to work out maintenance steps and operation process of crew without harm for crew health .and radar itself.
- **Focusing.** Simulation program in VR will allow to study each step without being distracted by external factors by pointing to the elements to interact with.

We offer a system that includes equipment, database, software, which are shown in the diagram on Fig. 1.

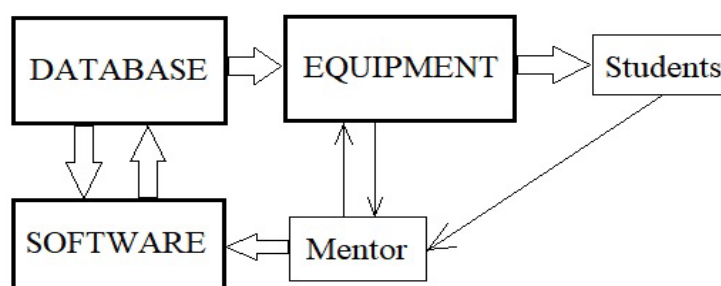


Fig. 1. Diagram of the system

The equipment includes a virtual reality helmet, manipulators, headphones, a microphone and other devices supported by the system software.

The software has the form of a constructor and is used to create and edit VR training sessions. The creation of training sessions is based on Unreal engine 4 by pre-modeled templates, staff, environment objects, post-processing elements, equipment compatible controls, also built-in functions and animations. The communication failure with the database makes it impossible to use the program [2].

The database is a data storage in which templates and ready-made sessions, models, animations and sound effects are stored. VR training sessions are launched directly from the database, i.e. database and equipment has one-way connection. It has limit access to classified data. Connection between database and equipment is shown in Fig. 2.

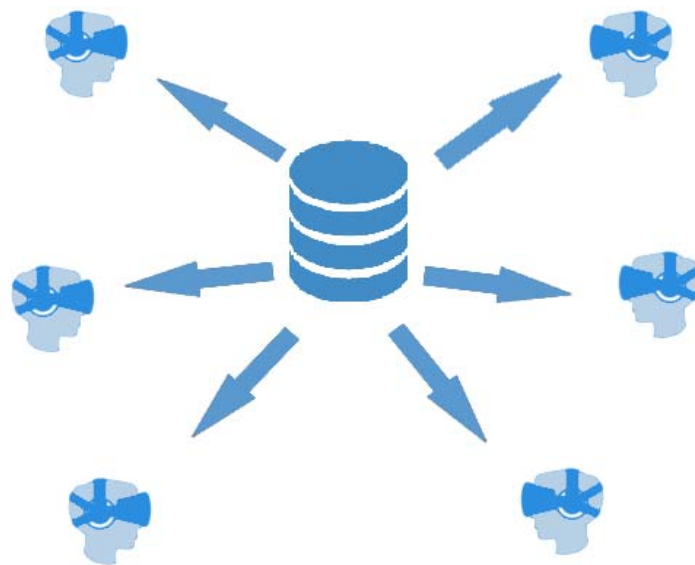


Fig. 2. Connection between database and equipment

For example, daily maintenance training session includes a complex of operation to maintain operability and serviceability of the radar. The amount of work for each member of the radar crew is determined by the radar chief. On a screen of a helmet radar crew member will see workspace he will interact with, using the manipulators. Instructions that he will receive through headphones will also be duplicated on the helmet screen. He will report on the accomplished work through the microphone like in real operating.

Daily maintenance includes the following steps:

- Check and control of radar performance
- Check operation and system parameters
- Setup and adjustment
- Replacement of individual removable elements
- Cleaning, lubrication of rubbing parts
- Seasonal change of technical fluids and other works related to supporting serviceability and prevention of radar failures [3].

Thus, the use of a virtual form of presenting information is well perceived at the level of visual memory. VR simulators will reduce the cost of logistics and personnel, replacing instructors with virtual copies, and replicate rooms, equipment and materials for study as realistically as possible. They will also allow to edit the settings of the simulator, adapt to new requirements and work in several languages. We will get the ability to create high standards of learning due to VR technologies, improve the quality and reliability of training by clear demonstration of visualized station for study by future radar chiefs.

References

1. Babenko V. S. Virtual reality. Explanatory glossary of terms. M. : Magadan, 2012. 408 p.
2. Shapiro, DI. Virtual reality and the problems of neurocomputing. M. : RFK Image Lab, 2012. 454 p.
3. Manual on electronic engineering Signal Corps of Air Force. M. : Military Publishing, 2000. 196 p.

DEVELOPMENT OF PARALLEL PROGRAMS

D.S. Romanova*

Scientific supervisor A.I. Legalov

Dr. Sci. Tech., professor

Siberian Federal University

Today, in the field of programming, more and more attention is paid to improving the performance of computing systems. Along with sequential programming, parallel programming is also actively developed. The main advantage of this type of programming is the possibility of obtaining higher program performance compared to sequential programming.

In addition to this, due to the rapid development of the process of automation of all spheres of people's life, supercomputers (multi-core systems) are used now more often.

The main reason for parallel programming is to execute code efficiently, since parallel programming saves time, allowing the execution of applications in a shorter time. As a consequence of executing code efficiently, parallel programming often scales with the problem size, and thus can solve larger problems. In general, parallel programming is a means of providing concurrency, particularly performing simultaneously multiple actions at the same time.

Therefore, it is relevant to consider various kinds of parallelism in order to increase the speed of program execution.

The aim of the work is to show how to develop dataflow programs with different degrees of parallelism.

According to this, the tasks are:

1. To describe the main levels of parallelism
2. To create and to implement two programs with different types of parallelism in order to solve one mathematic problem
3. To evaluate concurrency and efficiency of these programs

To start with, several levels of parallelism in Software should be mentioned, such as:

- Instruction level parallelism (ILP)
- Task-level parallelism (TLP)
- Data parallelism (DLP)
- Transaction level parallelism [1]

Instruction-level parallelism (ILP) is a measure of how many of the instructions in a computer program can be executed simultaneously. This level of parallelism is limited in practice by data and control dependences. This level will be used in the research [2].

* © Romanova D.S., 2019

Furthermore, Depending on the amount of work which is performed by a parallel task, parallelism can be classified into three categories: fine-grained, medium-grained and coarse-grained parallelism [3].

To create parallel programs, the most promising are the development methods based on the description of the information dependencies of the algorithm. In this case, the information graph determines the maximum level of parallelism, and subsequent transformations, for example, program translation, allow taking into account those requirements that are determined by a particular parallel computing system.

One implementation of functional data-flow paradigm is the Pifagor (Parallel-Informational and Functional ALGORthmic) language [4]. In Pifagor there are neither variables nor looping constructs, and function execution starts only on data readiness. Hence, it excludes resource conflicts.

Another distinguishing feature of this language is the ability to achieve the maximum parallelism of the program, as parallelism is implemented at the level of operations. So, this language allows a programmer to create functions with different levels of parallelism easier. Therefore, the development of dataflow programs with subsequent analysis of different degrees of parallelism will be done in Pifagor IDE.

The degree of parallelism (DOP) is a metric which indicates how many operations can be or are being simultaneously executed by a computer. It is especially useful for describing the performance of parallel programs and multi-processor systems.

A program running on a parallel computer may utilize different numbers of processors at different times. For each time period, the number of processors used to execute a program is defined as the degree of parallelism.

For the purpose to demonstrate the effectiveness of different degrees of parallelism two programs of finding maximum in array were created on Pifagor. Each program uses different method to solve this problem:

1. Tournament method
2. Compare in pairs

Algorithm to find maximum and minimum element using tournament method:

Let "inputArray" be an integer array of size N.

- Initialize leftIndex and rightIndex to first and last element of array.
- Initialize max and min value by first element of array (left Most element).
- If size of inputArray is 1, the return.
- Divide the inputArray into two equal sub arrays. Let it be leftArray and rightArray.
- Recursively calculate the max and min element of leftArray and rightArray.
- To find the max element of inputArray, take the maximum of leftArray max and rightArray max [5].

It should be mentioned that time complexity of the algorithm is $O(n)$.

Algorithm "Compare in pairs":

- If n is odd then initialize max as a first element
- If n is even then initialize max as minimum of the first two elements respectively

- For rest of the elements, pick them in pairs and compare their maximum with max respectively [5].

The evaluation of effectiveness of these two algorithms will be shown with number of comparisons and number of levels in multi-parallel form of algorithm.

Firstly, it should be noticed that number of comparisons of sequential algorithm of finding maximum is $2(n-1)$. Using tournament method can the number of comparisons can be reduced to $1.5n-2$. Number of comparisons in “Compare in pairs” method depends on the kind of n [6]:

1. If n is odd there will be $1 + 3 * ((n-3)/2) + 2 = 1.5n$ comparisons.
2. when n is even: $1 + 3 * ((n-2)/2) = 1.5n-2$.

According to this information, tournament method can help to use less comparison and so, can be faster. But to prove this hypothesis, it can be better done by using another method – to draw data-flow graph of the algorithm.

Using these two figures, it can be noticed that the shortest path in the second graph is 0-1-7-10-12, while in the first graph the shortest path consists of 1 number.

For better analysis of these two methods of finding minimum in an array, a multi-parallel form of a graph was created.

Table

Comparison analysis

Method	Number of comparisons	Time complexity	Number of tiers (height of graph)
Tournament	$1.5n-2$	$O(n)$	4
Compare in pairs	$1.5n-2$ (n is even), $1.5n$ (n is odd)	$O(n)$	7

According to table and the code of the program “min”, it will be clear that tournament method of finding minimum in an array is more effective than the other one. But, what method to use in your program usually depends on task features. In some situations it is necessary to use sequential algorithms instead of parallel structures.

Effective use of varying degrees of parallelism in the development of algorithms for solving more complex problems can significantly improve system performance.

All in all, parallelism presents new challenges in writing correct and efficient code. As the trend of increasing parallelism at the hardware level will continue for the foreseeable future, parallel computation will become more and more important in application programming.

References

1. Nagarajan V. Lecture 2: Types of Parallelism // The University of Edinburgh, 2018.
2. Available at: <http://www.inf.ed.ac.uk/teaching/courses/pa/Notes/lecture02-types.pdf> (accessed 20.03.2019).

3. McKinley K. S. Lecture 23: Multiprocessors I. Course Computer Systems Architecture, The University of Texas. Available at: <http://www.cs.utexas.edu/users/mckinley/352/lectures/23.pdf> (accessed 20.03.2019).

4. Binstock A. Maximizing Performance with Fine-Grained Parallelism // Intel corporation web-site. Available at: <https://software.intel.com/en-us/articles/maximizing-performance-with-fine-grained-parallelism> (accessed 20.03.2019).

5. Legalov, A.I. The Functional Programming Language for Creating Architecture-Independent parallel Programs // Computational Technologies 10(1), 71–89 (2005).

6. Maximum and minimum of an array using minimum number of comparisons. A computer science portal for geeks (electronic courses). Available at: <https://www.geeksforgeeks.org/maximum-and-minimum-in-an-array> (accessed 20.03.2019).

7. Udalova, U.V., Legalov, A.I., Sirotinina, N.U. Debug and Verification of Function-Stream Parallel Programs // Journal of Siberian Federal University. Engineering and Technologies 4(2), 213–224 (2011).

DEVELOPMENT OF PUNCTURE-RESISTANT TIRES FOR HIGH-MOBILITY MULTI-PURPOSE MILITARY VEHICLES

A.S. Shabalin*

Language supervisor E. V. Rybakova
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

Most military armored vehicles move on tracks that can effectively withstand impact from bullets and shrapnel. Still, there is a large number of high-mobility multi-purpose wheeled vehicles that perform numerous functions that are of prime importance to the success of tactical and strategic operations. Wheeled vehicles have certain features that enable them to complete certain missions more efficiently compared to other vehicles. For instance, they are used to transport infantry to and from the battle field quickly and safely, arrange medical evacuation or deliver a wide array of supplies, therefore, wheeled military vehicles are integral part of military machinery and equipment fleet. The advantages of involving wheeled vehicles for military operations result from their capability of developing relatively high speeds and performing long-distance trips, as most wheeled vehicles are lighter than armored tracked vehicles and have larger fuel supply. Furthermore, they can travel through rough terrain and water as deep as 1,5 meters due to improved suspension and large ground clearance. So, wheeled military vehicles can offer a lot of benefits, yet, the properties of standard pneumatic tires make them prone to destruction by bullets, shrapnel, or metal crap on the battlefield. Tire puncture can result in danger to the vehicle's crew, passengers or cargo, as the process of changing the tire is rather time-consuming, hence, it cannot be undertaken safely during combat, as the crew runs the risk of being captured by the enemy or being targeted by an artillery. Moreover, in case of a tire blowout situation, the driver can entirely lose control of the vehicle, so the vehicle might overturn.

Obviously, if tires could be designed in a way that would enable them to become bullet and shrapnel resistant or if a tire puncture would not prevent the vehicle from traveling 50 km with appropriate speed through rough terrain, this could undoubtedly change the picture of many military operations. This is the reason why many foreign and Russian military engineers are working on enhancement of tire design, and, as a result of this continuous work, a number of puncture-proof and self-sustaining tires are currently employed for military vehicles. At present, the types of tires developed do not possess all properties that would make them a perfect fit for a military vehicle, still, they have benefits that outweigh the drawbacks, and engineers believe that the contemporary designs will be significantly improved, yet, there is a lot of controversy on the issue of the most reliable design. Therefore, it would be worthwhile to take a look at basic types of tires and advantages they are capable of delivering, as well as deficiencies that should be eliminated. Today, a run-flat unit is

* © Shabalin A.S., 2019

considered a well-proven system, designed to prevent accidents after an instant depressurization, as it allows keeping the mobility of the vehicle, required to reach a safe place for tire replacement or repair. This system also enables a better control of the vehicle and allows it to maintain its speed even in a complete air loss situation. These tires are generally of two categories: self-supporting run-flat systems and auxiliary supported run-flat systems, both of them continue carrying the weight of the vehicle after a pressure loss. To be more specific, self-supporting run-flat tires feature reinforced sidewall construction that will continue supporting the vehicle in the event of air loss, as it prevents the side of the flat tire from being crushed between the road and the wheel rim. So, a very stiff sidewall allows the tire to hold shape and continue protecting the rim from making contact with the road. This tire construction allows prolonged tire operation with a slightly reduced, but appropriate speed to the distance of 50 km. Yet, the distance, stated by manufactures, is the maximum distance, and, in case, the structure of terrain is very rough the tire might get destroyed earlier. This effect takes place due to development of high temperature because of increased load on the sidewall and intense friction between the wheel rim and the tire, which, eventually, result in destruction of sidewall and the tire itself [1]. The second type of tires that are considered to be suitable for military vehicles are auxiliary supported tires, which use support ring system. It means that they employ hard rubber or other structure that can support the vehicle's weight when the pressure goes down because of the puncture. This additional support ring or insert is attached to the tire inside. The main drawback of such tires is increased weight that results in higher rolling resistance, hence, the overall fuel efficiency decreases [2]. And in cases when support ring is a combination of rubber and steel wire, which is more common for military vehicles, the damping characteristics of the tire are minimal, just sufficient to protect the wheel rims and maintain acceptable speed.

Another promising tire design that is being studied closely by military engineers is a non-pneumatic tire. These tires do not rely on air pressure to carry the weight of the vehicle and perform damping function, instead, they use inner flexible spokes, most often made of polyurethane. Currently, airless tires come in rather different designs, which employ V-shaped inner spokes, straight inner spokes or curved inner spokes [3]. There are also tire designs based on honeycomb polyurethane core, or similar design tires with closed-cell polyurethane foam. All of them are made to be capable of supporting wheel inner rim and assume road shock-absorbing role, although the efficiency of their dumping function varies greatly between the above-mentioned types of a non-pneumatic tire constructions. At the same time, airless tires are, evidently, more puncture-resistant and have a longer life span, as they are more wear resistant in comparison with self-supporting and auxiliary supported tires. Yet, they have certain deficiencies, apart from a noticeably lower shock-absorption, relative to conventional pneumatic tire, the airless tires often display high vibration, especially, on rough terrain, which makes the vehicle handling more complicated. Furthermore, airless tires have increased rolling resistance, resulting in decreased maximum speed. Currently, they are also not as durable as regular pneumatic tires, be-

cause the polymer material deteriorates faster due to increased temperature, resulting from high loads on spokes and friction between spokes inside the tire.

Despite the fact that all of the described types of tires have certain benefits to offer, a self-support tire with reinforced sidewall, presumably, is less suitable than the other two types of tires, as its performance depends on retaining an undamaged sidewall section. Initially, this tire construction was developed for automobile industry and it was reasonably assumed that most punctures result from objects on the road that pierce protector section of the tire. Still, on a battle field the risks of a tire sidewall being damaged are much higher, so the reliable performance of the tire cannot be guaranteed, unless some new materials can be offered that are both bullet and shrapnel resistant. Obviously, finding a composite material, offering such properties and still providing an appropriate dumping function, is a challenging task that requires a lot of research investment and, undoubtedly, costly materials, therefore, the investigation of this approach to enhancement of self-supporting tires is likely to be undertaken only, if other types of tires would not be considered as the ones, offering better prospects. As for auxiliary supported tires, they are more puncture-proof, but the research, related to development of a more puncture-resistant and still lightweight and flexible materials for support ring, is being carried out in many laboratories, therefore, considerable improvements of this tire type are likely in near future. At the same time, an additional attention should be paid to tire pressure monitoring system, it should become an integral part of such tire design, so that an alert about pressure loss could be displayed on a vehicle dashboard. Otherwise, if the puncture is small and the air leak is slow, the driver might not notice any loss of pressure, and, hence, might not make the timely steps to take the vehicle to the safe place or change the mission completion procedure accordingly. All in all, introduction of pressure sensor and the need for displaying information it provides, might require additional upgrade of a vehicle's instrument panel. In fact, currently, a lot of scientists find non-pneumatic tires to be the most promising technology for military application. Although all types of airless tires are being investigated, there is common consent, that curved spokes are capable of offering better performance and reliability, compared to straight spokes. Still, another key ingredient that would make a lot of difference is the nature of polymer, which would allow solving the problem of vehicle damping and handling [4]. In fact, many researchers believe that the problem of tire overheating and excessive friction of spokes inside the tire could also be solved by moving away from polyurethane spokes to other composite materials, which would additionally enable sustainable tire performance, in case of bullet and shrapnel punctures.

In conclusion, it is reasonable to assume, that after the puncture-resistant tires are built to meet all requirements, stipulated by conditions of warfare, a considerable amount of work may be necessary to adapt military wheeled vehicles' suspension systems, as well as wheel rims to fit new modes of tires [5]. In fact, the case, when high-performance puncture-resistant tires are designed in a way that doesn't require any other significant changes to be introduced to the vehicles' systems, seems to be an ideal one. Evidently, as military engineers are well-aware of potential additional

costs, they are, undoubtedly, doing their best to come up with the designs, compatible with the current military wheeled vehicles fleets.

References

1. Eremin G. P., Kartashov A. B., Simrnov A. A. Experimental research of thermal state of sustainable wheels // *Izvestia vyschich uchebnych zavedeniy. Mashinostroyeniye*. 2015. № 4 (661). C. 49–56.
2. Shulga T. K. Engendering solutions for anti-accident tires. An Overview. // *Inzinernyi vestnik Dona*. 2017. Vol. 46. № 3 (46). C. 23–25.
3. Abdrachimov R. R., Zitzer V. A., Sapozhnikov S. B. Multi-spoke airless composite tire: durability and stiffness // *Vestnik Yuzhnogo-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Mashinostroyeniye*. 2016. Vol. 16. № 4. C. 5–12.
4. Pestrikov S. A., Ivanov N. K., Shayakbarov I. E. Introduction of airless tires into machine-building // *Izvestia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki*. 2017. № 1. C. 231–237.
5. Systerov U. P., Evstifeev V. V., Evstifeev A. V., Promising construction materials and technologies in automobile-building // *Vestnik Sibirskoy gosudarstvennoy avtomobilno-dorozhnoy akademii*. 2016. № 4 (50). C. 36–43.

FIELD EXPERIENCE OF DOUBLY FED INDUCTION MACHINES IN ELECTRIC POWER ENGINEERING

E.V. Shcherbakov, E.V. Tankov*

Scientific supervisor E.V. Tankov
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Siberian Federal University

The article deals with the global experience of operating doubly-fed induction machines (DFIMs) in various branches of the power industry.

Key words: Doubly-fed induction machine, variable-speed, experience, efficiency, performance.

Introduction

The first theoretical work on DFIMs was presented in 1960 by Soviet scientist M. M. Botvinnik. The name of his famous work is «Asynchronous synchronous machine» [1]. In Russian practice doubly-fed induction machines are called as asynchronous machines. Today DFIMs have found their application at power plants of different types (WPP, TPP and PSPP). Many large power plant engineering companies, for example, Hitachi, Toshiba, Mitsubishi, Alstom, Siemens, General Electric, ABB, Power Machines offer newer and more advanced structures of DFIMs.

Field Experience

Hydropower

The first doubly-fed induction generators (DFIGs) were installed in 1957-1958 at the Iovskaya HPP located in Russia in the Murmansk region. Testing of the DFIG in asynchronous conditions was started in 1967, which confirmed the correctness of the theoretical developments and calculation methods [2] employed by Soviet scientists. High dynamic properties of the DFIG were also practically proved [3]. In the early 1990s, the DFIGs at the Iovskaya HPP were replaced by synchronous generators.

The first doubly-fed induction motor-generator (DFIMG) was installed and tested as an experimental industrial design with a capacity of 400 kW and a slip range $\pm 30\%$ relative to the synchronous speed in the period 1968-1972 at the Kislogubskaya tidal power plant located in Russia in the Murmansk region. Effect of using the new machine is due to the increase in efficiency factor of the DFIMG by 5-6% [4].

The first Japanese DFIMG with the capacity of 22 MVA and the speed range of 190-210 rpm was installed at the Narude power plant in 1987. New technical solutions did not keep waiting for a long time, and in 1993 a new larger unit with the capacity of 400 MVA and the speed range of 330-390 rpm appeared at one of the PSPPs in Japan. It is known that by 2020 Toshiba will have placed in commis-

* © Shcherbakov E.V., Tankov E.V., 2019

sion a DFIMG unit with the capacity of 475 MVA at the PSPP Kazunogawa [5]. This capacity will be the largest among the DFIMGs at PSPPs all over the world.

The application of the variable speed technology at PSPPs is preferable due to definite technological advantages of the DFIMGs. The technology allows to adjust the power consumption during pumping in water in the upstream. The hydro turbine can be run in the operation zone close to the optimum point (with the highest efficiency), which reduces the impact of cavitation on the turbine, providing reliability improvement and longer service life. The DFIMGs has more efficient operation in the power grid [6].

Heat power engineering

In 1985, the ASTG-200 unit was installed by the Lvovenergo at the Burshtynskaya TPP located in Ukraine [4]. Modifications of the ASTG-200 resulted in installing a similar power unit having the capacity of 220 MW [7]. In 2003, a prototype rated 110 MW of industrial model T3WA-110 was installed as power unit № 8 at the CHPP-22 (combined heat and power plant) of the Mosenergo located in Russia. This asynchronous turbogenerator (ASTG) solves the problem of increasing reactive power, working in parallel with a synchronous generator, and also maintains the voltage required on the power plant (connecting) buses. Then from 2007 to 2008 the ASTG T3WA-160 with the capacity of 160 MW was installed as power unit № 3 and № 4 at the CHPP-27 and as of power unit № 11 at the CHPP-21. In 2009, power unit № 3 with the capacity of 320 MW was placed in commission at the Kashirskaya SDPP (State district power plant). In the Moscow power system, these generators for a long time proved to be effective, since there was a problem concerning the lack of means to compensate for reactive power. This was caused by transfer of high-voltage power lines in cable execution. The ASTG allows to remove the load from synchronous turbogenerators (STG) from the consumption of reactive power [8].

Wind energy

The possibility of changing the generator rotational speed for wind turbine generators is very opportune because the technology can increase efficiency that contributes to an increase in electricity generation of WPP. At the Kalmyk WPP located in Russia, the increase in output was 22% [7]. It is necessary to note the interest in this technology expressed by companies supplying generators for WPPs.

According to a study conducted in 2014 [9], it was revealed that variable speed generators, such as doubly-fed induction generators, are started to be used more and more by generating electricity using wind power. From 2005 to 2013, the share of DFIG (Type C) in the global market increased from 0.1% to 54.8%, which exceeded the share of all wind turbines supplied in 2013. Also the tendency is observed to oust generators with a fixed speed (Type A). The share decline of these generators in the market was 30.1% [9]. Obviously, this is due to the advantage these of DFIGs. Firstly, that is slipping which allows turbines to work with a rotational speed different from synchronous. Secondly, the DFIG enables to increase the production of electric-

ity, which in turn improves the engineering-and-economical performances of wind power plants.

Conclusions

1) The use of variable-speed generators has a tendency to increase electricity production at wind power, hydropower and thermal power plants.

2) The operating experience of variable-speed generators has revealed a number of their significant advantages: reduction of stationary vibration displacement at PSPPs caused by avoiding unfavorable areas of turbine operation; increase in weighted average efficiency; improving the static and dynamic stability of the machine when working in the power system [5].

3) The prospect of this type of hydrogenerators is indicated by the possibility of increasing the adjusting range in power, which allows for the generation of electricity in a wider range of operation due to the removal of turbines from unfavorable operating conditions that can bring to their increased tear or destruction.

4) Installing the DFIMG at a PSPP contributes to improving the environmental performance of the power plant, as it reduces CO₂ emissions [10].

References

1. Botvinnik M. M. Asinhronizirovannaya sinhronnaya mashina. M., Gosehnergoizdat, 1960. 69 pp.

2. Zarhi, M. I. Promyshlennye ispytaniya asinhronizirovannogo sinhronnogo generatora moshchnost'yu 50 MVA / M. I. Zarhi, S. I. Gur'yanov, V. N. Meshkov, S. G. Fejgin, O. N. Filichev, N. N. Blockij, M. M. Botvinnik, B. P. Klimov, Y. G. Shakaryan, P. V. Zubachek // *Elektrichestvo*. 1973. № 4. Pp. 81–83.

3. Gur'yanov, S. I. Ispytaniya AS generatora moshchnost'yu 50 MVA v dinamicheskikh rezhimakh / S. I. Gur'yanov, M. I. Zarhi, V. N. Meshkov, S. G. Fejgin, O. N. Filichev, N. N. Blockij, M. M. Botvinnik, B. P. Klimov, L. G. Mamikonyanc, M. S. Fezi-Zhilinskaya, Y. G. Shakaryan // *Elektrichestvo*. 1974. № 11. Pp. 79–80.

4. Asinhronizirovannye mashiny: generatory, kompensatory [Electronic resource]: AO «NTC FSK EES». official web-site. 2019. Access mode: http://www.ntc-power.ru/innovative_projects/asynchronized_machines_generators_compensators.

5. Koshcheev L. A., Sokur P. V., Shakaryan Y. G. Effektivnost' primeneniya asinhronizirovannykh generatorov-dvigatelye na GAES // *Izvestiya NTC Edinoj ehnergeticheskoy sistemy*. Sankt-Peterburg, 2018. № 2 (79). Pp. 96–108.

6. Variable speed hydro generator [Electronic resource]: General Electric. official web-site. 2019. Access mode: <https://www.ge.com/renewableenergy/hydropower/large-hydropower-solutions/generators/variable-speed>.

7. Mamikonyanc L. G., Shakaryan Y. G. Asinhronizirovannye sinhronnye generatory: sostoyanie, problemy, perspektivy // *Elektrichestvo*. 1994. № 3. Pp. 1–10.

8. Shakaryan Y. G., Sokur P. V., Pinchuk N. D., Antonyuk O. V., Novozhilov V. Y. Asinhronizirovannye mashiny dlya elektroenergetiki // *Energiya edinoj seti*

: nauchno-tekhnicheskij zhurnal // V Mezhdunarodnyj forum «Energoeffektivnost' i razvitie energetiki» 23-25 noyabrya 2016. M., 2016. № 4 (27). Pp. 21–30.

9. Chandrasekaran S. Grid Connected Doubly Fed Induction Generator Based Wind Turbine under LVRT // Ph.D in Electrical Engineering XXVI CYCLE Power Electronics, Electrical Machines and Drives (ING-IND/32) // DEPARTMENT OF ELECTRIC, ELECTRONIC AND INFORMATION ENGINEERING “GUGLIELMO MARCONI”. March 2014, Bologna, Italy.

10. Nagura O., Higuchi M., Tani K., Eng Dr., Oyake T. Hitachi's Adjustable-speed Pumped-storage System Contributing to Prevention of Global Warming // Hitachi Review. 2010. № 3, vol 59. Pp. 99–105.

THE DEVELOPMENT OF CLUSTER MODELING OF TITANIUM OXIDE

D.S. Solovyova*

Language supervisor S.V. Burmaga
Senior Lecturer

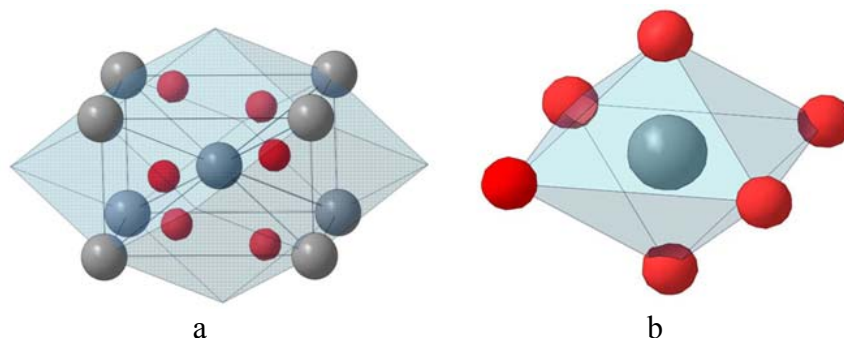
Siberian Federal University

People have always longed for obtaining new convenient materials and applying them in different areas. Kazakh scientists from Ust-Kamenogorsk together with Russian ones created a new material – ceramics, based on beryllium oxide and titanium dioxide in the form of nanopowder .

Due to its unique properties, titanium dioxide is used to produce a wide range of goods for various purposes – optical fiber products, medical equipment, the materials for radio electronic industry and space fields. The main advantage of titanium oxide is non-toxic and harmless. Beryllium oxide in the process of sintering composite ceramics give titanium dioxide increased density, mechanical strength, thermal conductivity and the ability to absorb electromagnetic radiation in the microwave spectrum. Beryllium ceramics are very new and relevant material. The scientists discovered the unique properties of the electrical conductivity of such ceramics.

To reveal the nature of increasing the electrical conductivity of beryllium ceramics during their sintering with the addition of titanium dioxide nanopowder is the purpose of scientific work. To achieve this goal the scientists suggested cluster models for describing the structure of titanium dioxide in a massive and nanopowder state.

In picture that cluster structure of titanium dioxide rutile is shown. The atoms of titanium are colored gray and have a bigger size, the oxygen is red. From picture (a), it is clear that the oxygen lattice octahedron shown in picture (b) is a part of the crystal lattice.



Cluster structure of TiO_2 rutile: a – experimental cell;
b – oxygen octahedron surrounded by a titanium atom

* © Solovyova D.S., 2019

The structure of a nanopowder can correspond to the structure of an icosahedron [3] polyhedron consisting of 20 tetrahedra. The surface of such a twelve peak contains oxygen atoms, and in the center of the icosahedron there is an atom of titanium.

The icosahedral phase is formed in titanium dioxide nanopowders and differs from rutile structure by the presence of tetrahedra instead of octahedra. It is known [4] that the electrical conductivity of the icosahedral phase can have an electronic nature. It can be assumed that the increase in electrical conductivity found in the experiment during sintering of titanium dioxide nanopowder, rutile powder and beryllium oxide powder is due to the formation of the icosahedral phase in titanium dioxide nanopowder and further in the perovskite structure, where the 12 vertex is replaced with icosahedron.

During the experiment it was revealed that the addition of titanium dioxide nanopowder to the composition of beryllium ceramics significantly changed the conductive and other properties of beryllium ceramics.

In the course of the experimental work, the students from mechanical faculty of Siberian Federal University made 3D cluster-models, that is, they described the internal structure of the material in a new way. They also put forward a new method of description and research.

High thermal conductivity and high electrical strength make it possible to use beryllium ceramics in high-frequency electronic circuits; also these developments are very interesting for the military. They are not widely used in industry so far but has a great future. There are large resources of titanium oxide in the earth's crust. And if the easier methods are developed for its processing and use, beryllium ceramics will become an inexpensive and very good material in the future.

References

1. Chemistry: Reference publication / V. Schroeter, K.H. Lautenschlager, H. Bibrak, et al. : Translation from German 2nd edition, stereotype. M. : Chemistry, 2000. P. 411.
2. Kiyko V. S. Microstructure and electrical conductivity of composite (BeO + TiO₂) – ceramics. New refractories. 2007. № 11. P. 68–74.
3. C. Pul-Jr., F. Owens, World of Materials and Technology. 4th edition, revised and augmented, Tekhnosfera Publishing House, Moscow. 2009. P. 336.
4. Panova G. Kh., Chernoplekov N. A., Shikov A. A. Heat capacity and resistance of the icosahedral alloy Zr₇₀Pd₃₀ and its amorphous and crystalline analogues // Solid State Physics. 2005. vol. 47, no. 7.

INSULATION SWEDISH SLAB (ISS)

A.A. Voronkov*

Language supervisor A.Y. Nikolaeva
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

Safety, strength and durability of the construction were the main criteria while choosing a foundation. Since new technologies have been invented an ability to take into the account the cost and also functionality of the base appeared. Nowadays for the low construction in areas with weak soils you can choose not only columnar or pile foundation, but more technological ISS. Ease and accessibility of the technology allow to get monolithic heated base made by everyone and, wherein, not to run out of the budget.

Scope of application

- in the territories with the extreme climate (except the permafrost areas);
- in places near the surface of groundwater;
- at low frame, shield, panel, block, brick building;
- on the weak soils.

ISS structures

The base of ISS consists of the usual monolithic reinforced slab, which has been used since the middle of the previous century. As for outstanding marks of stability and energy efficiency, they are provided by lots of construction features.

ISS consists from such elements:

1. Sand and gravel or gravel pad, which functions as a drainage system and serves as a kind of damper for seasonal fluctuation of the soil.
2. Geotextile fabric that prevents clogging of the drainage layer with small particles of soil.
3. A waterproofing layer capable of protecting the reinforced structure from the harmful effects of moisture.
4. A layer of thermal insulation that fits both under the entire plane of the junction of the slab to the ground and on the sides of the foundation. "Pie" of insulation and waterproofing layer prevents from spreading the heat into the ground, helps to reduce energy costs.
5. The Drainage system and sewerage. Thanks to them, the supporting structure will not be exposed to precipitation. Even if the thawed and rainwater in the area flows down into the lowlands, and the underground waters are located at a depth of 3 metres and more, the presence of drainage systems makes it possible to extend the service of life of the base slab for decades.

* © Voronkov A.A., 2019

6. Reinforcing frame or belt. Being a rigid spatial structure made of thick metal rods, this element makes the foundation more durable.

7. Utility, which include sewage, plumbing, electrical wiring and cable channels for pulling communication lines.

8. Floor heating system. Experts recommend laying the water circuit directly at the stage of building the foundation.

9. Bearing concrete slab, the thickness of which is selected depending on the characteristics of the soil and the weight of the building. To increase the strength of reinforced foundation, it is performed with stiffeners. They are placed under the external walls, as well as in the places of installation of columns and other material-intensive elements.

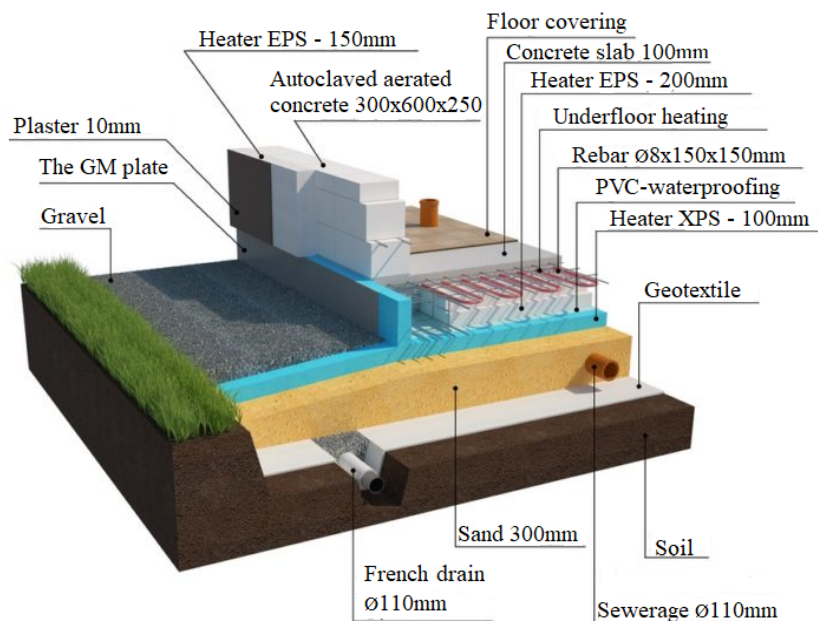


Fig. ISS elements

Advantages and disadvantages of ISS

Technology of building ISS allows to construct foundation by your hands and has similarities with the process of building more common strip foundation. In the same time monolithic bearing structure has more constructive and functional differences, which endow it with lots of dignities:

1. Due to the fact that you do not need to dig deep pit, when you construct ISS, the need to use heavy vehicles and earthmoving equipment disappears. All work can be done manually, what means that you can reduce the cost of building the foundation.

2. The monolithic plate, equipped according to the Swedish technology, has insulation not only under the sole, but also from the sides. The constancy of temperature throughout the area has a positive effect on the life of the base.

3. The construction of the slab allows the installation of basic engineering communications at the initial stages of construction. This allows you to reduce the

cost of construction and speed up the work. In addition, there is no need to equip the technical underground with water supply and sewage pipes.

4. Monolithic reinforced base is suitable for construction on any sites, regardless of the soil structure. Since the slab is located on the surface of the earth, it is not affected by groundwater, thereby increasing the bearing capacity of the structure.

5. The tightness of the base and the absence of so-called cold bridges prevent the spread of dampness, mold and fungus.

6. The ideally flat upper plane of the ISS is a ready draft basis for laying the front floor coverings. This feature reduces the time of finishing works and reduces their cost.

7. ISS has a good insulating ability. This, as well as the underfloor heating system laid in the reinforced base, allows to reduce heating costs and make the house more comfortable.

Despite all the advantages of the ISS foundation, there are quite a few people who relate to technology with a fair amount of mistrust. As arguments against the construction of a warm reinforced foundation, they give the following arguments:

- high price;
- the technology does not provide for the construction of basements;
- insufficient rigidity of the thermal insulation layer, which can later provoke shrinkage of the building;
- risk of damage to polystyrene by rodents;
- the lack of data on the durability of the insulation used – the technology is still poorly tested by time;
- the complexity of the design of the slab base on the sloping surfaces;
- restriction to the number of floors of buildings.

We came to the conclusion that some of these arguments are not without rational grains. As for the statements of high material costs, today with full confidence we can say about their exaggeration. Some of the costs will be returned indirectly, at the expense of reducing heating costs during the operation of the building.

References

1. Guide to the design of slab bases of frame buildings and structures of the tower type NIIOSP named N. M. Gersevanov Gosstroy USSR. M. : Stroyizdat, 1984.
2. GOST R 54257–2010. Reliability of building structures and foundations
3. SP 50-101–2004. Design and construction of foundations and foundations of buildings and structures

Автоматизированное машиностроение

СМЕННЫЕ ТВЕРДОСПЛАВНЫЕ ГОЛОВКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.С. Вакулин*

Научный руководитель Ю.И. Гордеев
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Основными тенденциями повышения технико-экономических показателей процессов формообразования резанием является комплексное использование современных высокопроизводительных станков и инструмента, применение инструментальных композиционных материалов нового поколения, а также сборного инструмента, в том числе концевых фрез, оснащенных сменными твердосплавными головками со сложной геометрией режущей части [1].

Предлагаемая в работе конструкция сменных твердосплавных головок состоит из двух частей: основной режущей части 1 и резьбового ввертыша 2 для соединения с корпусом концевой фрезы (рис. 2). Такое конструктивное исполнение позволяет снизить трудоемкость и себестоимость получения резьбовой части головки. В случае раздельного исполнения резьбового ввертыша из конструкционной стали обычным точением исключается необходимость вышлифовки резьбы (как на цельной твердосплавной головке) алмазным кругом. Снижение затрат на изготовление обеспечивается за счет исключения из технологической цепочки дорогостоящих инструментов и заточных станков.

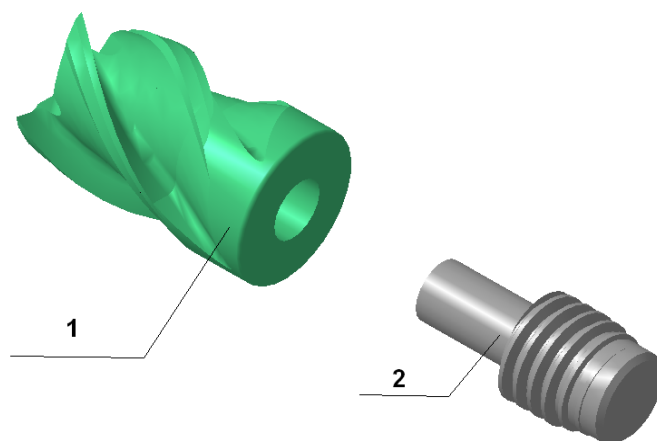


Рис. 1. Конструкция сборной твердосплавной головки

В работе предлагаются варианты конструктивного исполнения фрез для кромоочной обработки изделий из композитных материалов на основе углепластиков, применяемых на АО ИСС им. Решетнева А.Ф. и АО НПП «Радиосвязь»:

* © Вакулин М.С., 2019

- использование сменных фрезерных головок для сборного инструмента позволяет упростить процедуру заточки инструмента шлифовальным кругом («напроход») и снижает расход твердого сплава;
- увеличение количества режущих кромок инструмента обеспечивает распределение общего припуска, что позволяет скорость резания;
- формирование разнонаправленных режущих кромок на цилиндрической поверхности фрезы в виде выступов – призматических зубьев для предотвращения вытягивания волокон.

Принимая за основу эти предпосылки, была предложена 3D-модель режущей части концевой фрезы и геометрия режущих кромок. Большое количество режущих кромок в разных сечениях зубьев позволяет распределить припуск и нагрузки при фрезеровании. Можно определить процесс обработки такими призматическими зубьями не только как резание, но и как дробления. Это способствует предотвращению расслоения фазовых составляющих композита, вытягивания волокон и повышению качества обработки поверхностей (кромки) изделий [2].

Для практической реализации изложенных выше аналитических подходов были предложены углы и геометрия режущей части, углы наклона винтовых канавок и их количество, а также были разработаны 3D-модели вариантов исполнения фрезы, представленные на рис. 2.

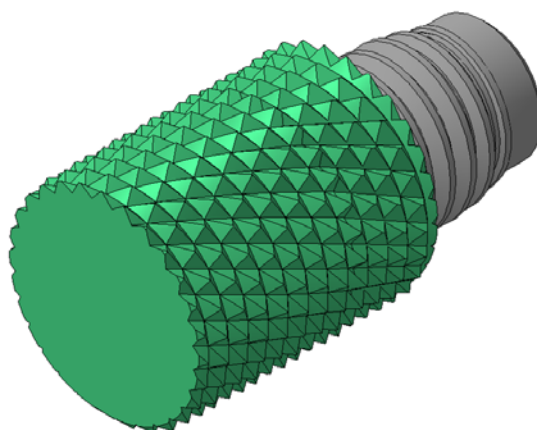


Рис. 2. Сменная фрезерная головка

Суммарное количество режущих кромок у такого инструмента может достигать 600, что способствует интенсивности срезания и дробления.

Проведены необходимые расчеты исполнительных размеров пресс-формы для изготовления заготовки фрезерной головки методами порошковой металлургии (рис. 3) и разработана управляющая программа для заточки режущей части фрезы на станке Anca Fast Grind.

Формование заготовки 1 из твердосплавных смесей для сменных твердосплавных головок происходит в полости матрицы 2 при уплотнении верхним пуансоном 3, ход которого ограничивается вилкой 5. Высотные размеры под засыпку порошковых смесей регулируются нижним пуансоном 4. Заготовка из-

влекается путем стягивания матрицы с нижнего пуансона повторным ходом верхней плиты после установки дополнительной вилки-съемника большего высотного размера.

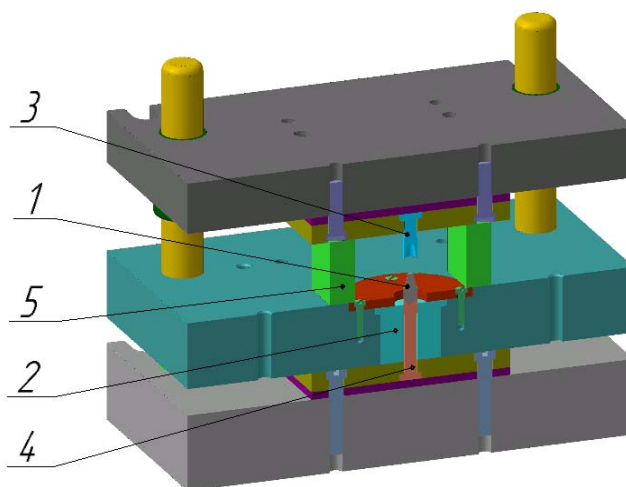


Рис. 3 Конструкция блока сменных матриц

Конструкция пресс-формы в виде блока сменных матриц позволяет расширить диапазон форм и типоразмеров (номенклатуру) прессуемых заготовок и снизить трудоемкость их изготовления за счет быстрой замены только трех формообразующих элементов: матрицы, верхнего и нижнего пуансонов.

В настоящее время ведется технологическая подготовка для изготовления опытных образцов твердосплавных фрез и проведения эксплуатационных испытаний.

Список литературы

1. Васин С. А. Проектирование сменных многогранных пластин. Методологические принципы. М. : Машиностроение, 2006.
2. End mill for machining of fiber reinforced plastic / South Korea KR101846232B1 2018 / Kwon Woo-Hoon, Byeong-Soon Jin, Ha Jung-Min, Hyosan Kim, Young-Hoon Kim.
3. <http://www.sandvik.coromant.com>.
4. Кипарисов С. С. Оборудование предприятий порошковой металлургии. М. : Металлургия, 1988.
5. Панов В. С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них. М. : МИСИС, 2001.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ

А.И. Верхотурова¹, Я.В. Чесноков¹, Р.С. Шахов^{1*}

Научный руководитель В.И. Кулешов²
кандидат технических наук, доцент

¹МБОУ СШ 143

²Сибирский федеральный университет

Экологические проблемы на Земле с каждым годом становятся все актуальнее. Многие страны уже не первый год успешно применяют на практике программы сбора, сортировки и переработки бытовых отходов. Одним из факторов невысокого коэффициента переработки мусора является отсутствие его сортировки на первом уровне, то есть поступление на базы переработки в смешанном виде.

Изначальное разделение отходов потребителями с обязательным их размещением по разным контейнерам (накопителям) – более правильный подход. Кроме того, сортировка позволяет перерабатывать разные виды отходов, способствуя экономически выгодной для бизнеса и страны утилизации.

Предлагается технический проект, в котором выделяем два этапа. За основу первого этапа берем разработку интеллектуальной системы управления на плате Arduino для «Приветствия» и «Определения уровня наполнения» мусорного бака в школьной столовой (рис. 1, слева) или для урны изготовленной предприятием ArtKontur для фудкорта в торговых центрах (рис. 1, справа).



Рис. 1. Технический проект

* © Верхотурова А.И., Чесноков Я.В., Шахов Р.С., 2019

Основой системы управления служат датчик движения, ультразвуковой дальномер и bluetooth-модуль с подключением к плате Arduino. При обнаружении датчиком движения в поле его зрения включается освещение на двух красных светодиодах, расположенных в линзе Френеля. Для того чтобы приходило оповещение, что бак наполнился до определенного уровня, например, на смартфон потребуется установить приложение типа «Bluetooth Terminal». В данном приложении при отладке выводится расстояние для контроля заполнения в сантиметрах «Ping» и если оно меньше 30 см выводится информация о заполнении контейнера «Finished», в ином случае выводится информация о возможности следующего цикла дальнейшей работы системы «Motion finished».

Для начала варианты решений отработаны в онлайн-сервисе для работы с электронными схемами.

На втором этапе разработана модель в среде КОМПАС для печати на 3D-принтере (рис. 2).

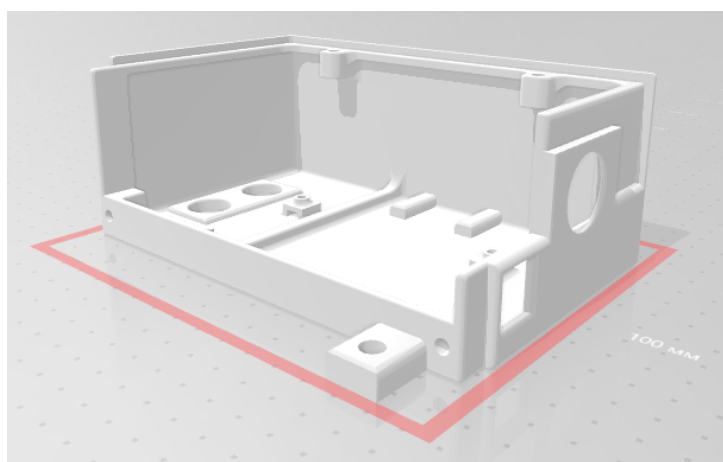


Рис. 2. Модель корпуса

На рис. 3 представлена реальная схема и сборка интеллектуальной системы управления в частично напечатанный корпус.

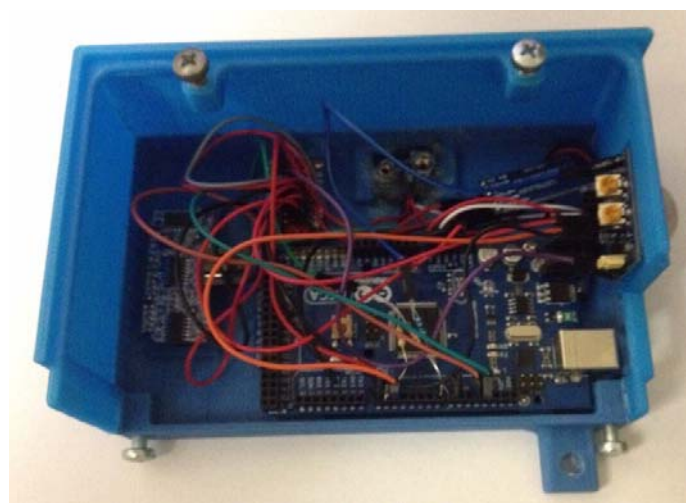


Рис. 3. Размещение платы в корпусе

В ближайшее время имеется перспектива допечатать корпус и предложить к использованию разработанную систему интеллектуального сбора отходов для урны, изготовленной предприятием ArtKontur и в школьной столовой.

В будущем можно предложить сортировку отходов в разные отсеки накопителя, после определения материала, из которого сделан выбрасываемый вид отхода.

В результате проделанной работы предложена схема и скетч для платы Arduino с датчиком движения, ультразвуковым дальномером и bluetooth-модулем, обеспечивающие «Приветствие», «Определение уровня наполнения» и «Оповещение о заполнении» мусорного бака.

Также разработан в среде КОМПАС и изготовлен с распечаткой на 3D-принтере корпус системы управления.

Список литературы

1. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/bluetooth-modul-hc-05>.
2. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/infrakrasnyj-datchik-dvizheniya-hc-sr501>.
3. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-datchiki/ultrazvukovoj-dalnomer-hc-sr04>.

АВТОМАТИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ

В.А. Накладыч*

Научный руководитель М.П. Головин
кандидат технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Точное и быстрое обеспечение производства необходимым количеством сварочных и паяльных материалов – важная задача для любого предприятия.

Согласно источнику [1] расчет норм расхода сварочных материалов связан с известными трудностями с точки зрения точности получаемых результатов. Вызвано это тем, что некоторые коэффициенты, входящие в расчетные формулы, получены опытным путем и зависят от конкретных условий производства.

Разрозненность и неполнота сведений по расчету и нормированию расхода сварочных материалов вызывают трудности у работников сварочного производства [1]. Так, в литературе отсутствуют числовые значения нормативов расхода даже для ряда стандартизированных (установленных ГОСТами) типов соединений.

Помимо этого, те числовые значения нормативов расхода, которые существуют в источниках [1–4], для большинства типов соединений отличаются друг от друга, что вводит инженера-технолога в заблуждение (сводная таблица будет представлена в работе). По-видимому, это обусловлено применением авторами в расчетах различных расчетных коэффициентов, которые каждый из авторов посчитал обоснованными, а также из-за некоторых отличий в методиках расчета и из-за использования разных входных числовых значений одних и тех же геометрических величин швов.

Сегодня на рассматриваемом предприятии отсутствует теоретически обоснованная методика расчета нормативов. В утвержденной инструкции по нормированию материалов представлены числовые значения далеко не для всех типов соединений: отсутствуют значения для двухсторонних швов; для всех типов соединений без разделки кромок значение норматива едино, хотя должно быть дифференцировано в зависимости от типа соединения и размеров шва по НД. Некоторые значения удельных норм расхода в инструкции не совпадают со значениями в ОСТе (отличаются на 20–50 %). Несмотря на то, что представленная методика расчета в инструкции взята из ОСТа, сам числовой расчет не выполнен. Продемонстрированы только итоговые значения нормативов.

В результате расчетов общей нормы расхода материалов на изделия по этим нормативам поступали жалобы о нехватке материалов. После чего нормативы были необоснованно увеличены. Поскольку такой подход не является ра-

* © Накладыч В.А., 2019

ционально обоснованным и не может быть точным, то необходимо уточнить методику расчета и определить новые значения нормативов.

Учитывая, что сегодня расчет выполняется вручную, то для сокращения времени определения и проверки норм расхода материалов, а также для сокращения доли участия человека в этих процессах создадим программное обеспечение, выполняющее в автоматизированном варианте соответствующие расчеты.

Проведен литературный обзор и сравнительный анализ методик расчета нормативов. Показаны отличия в числовых значениях нормативов, а также в формулах, с помощью которых они рассчитывались в разных источниках. С помощью сравнительного анализа выбраны и уточнены формулы, наиболее полно отвечающие требованиям предприятия, по которым далее будет выполняться расчет.

Были выполнены расчеты по известным и по уточненным формулам.

После выполнения расчетов для оценки степени точности полученных числовых значений было решено сделать опытные, фактические замеры расхода сварочных материалов и составить сравнительную таблицу.

Поскольку фактические замеры требуют большого количества материалов (для образцов и самих сварочных материалов), была сделана выборка из наиболее часто применяемых на предприятии типов соединений, для которых и выполнялись замеры. То же самое и с толщинами свариваемых материалов. Для каждой толщины в пределах каждого типа соединения количество сваренных и замеренных образцов равнялось 5.

По результатам опытных замеров осуществлен сравнительный анализ числовых значений из разных источников, а также из инструкции предприятия, также значения, полученные в ходе расчета в настоящей работе, и фактические значения, полученные в ходе опытных замеров.

По результатам анализа можно заключить, что значения нормативов как для газов так и для сварочных проволок, рассчитанные по уточненной методике в ходе настоящей работы, в большинстве случаев, а именно в 40 из 49, наиболее близки к фактическим значениям нормативов, определенных опытными замерами, чем значения, которые используются сегодня на предприятии.

Несовпадение рассчитанных в ходе настоящей работы значений с фактическими составляет 7–30 %, причем из 49 случаев, в 6 случаях разница составляет 18–30 %, а остальные 43 случая укладываются в разницу 7–18 %.

Также следует отметить, что рассчитанные в ходе данной работы значения нормативов для сварочных проволок в 28 из 49 (57 %) случаев больше значений, применяемых сегодня на предприятии. Что касается газов, то в 21 (43 %) случае из 49 рассчитанные нормативы превышают нормативы, используемые сегодня на предприятии. На первый взгляд это говорит о потере экономической выгоды в этих случаях, но не стоит забывать, что используемые сегодня на предприятии нормативы теоретически не обоснованы, чрезмерно обобщены, поскольку в основном не дифференцированы по типам соединений, а для механизированной сварки еще и по толщинам деталей. По-видимому, такие обоб-

щения были сделаны в угоду простоте и скорости расчета. С автоматизированным модулем для расчета нормы расхода все обобщения, а значит, и неточности будут устранены.

Несмотря на превышение полученных в ходе работы значений нормативов расхода над нормативами, используемыми сегодня на предприятии, учитывая наибольшее соответствие рассчитанных значений нормативов фактическим значениям, считаю обоснованным и целесообразным использование специалистами предприятия значений, полученных в ходе настоящей работы.

Полученные числовые значения нормативов были использованы при создании программы, которая в автоматизированном варианте осуществляет расчет нормы расхода сварочных материалов, а также материалов для высокотемпературной пайки.

Таким образом, были получены обоснованные числовые значения удельных норм расхода сварочных материалов, которыми специалисты предприятия могут пользоваться в ходе своей работы. Была создана программа для автоматизированного определения нормы расхода сварочных материалов, чтобы снизить затраты времени на выполнение расчета и сократить вероятность возникновения ошибки по вине человека.

Список литературы

1. Юрьев В. П. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники : справочное пособие. М. : Машиностроение, 1972. 152 с.

2. Мазур А. А. Нормирование расхода сварочных материалов при сварке в углекислом газе и его смесях : справочное пособие. Киев : Экотехнология, 2008. 67 с.

3. ОСТ4 ГО.052.214–79 Отраслевая система технологической подготовки производства. Сборочно-сварочное производство. Сварка черных, цветных металлов и сплавов. Удельные нормы расхода вспомогательных материалов. Введ. 01.01.1980. М. : 1979. 139 с.

4. Валетов В. В. Инструкция по нормированию расхода материалов в основном производстве машиностроения : справочное пособие. М. : Экономика, 1981. 424 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТОРЦЕВОЙ ФРЕЗЫ С РЕГУЛИРУЕМЫМИ РЕЖУЩИМИ ИНСТРУМЕНТАМИ

А.О. Недорезова*

Научный руководитель Ю.И. Гордеев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Существующие конструкции фрез современных фирм в большинстве являются не регулируемыми [1]. Каждая конструкция нацелена на определённые вид обработки, материал и оборудование. Такие фрезы оснащаются твердосплавными пластинками требуемой формы и геометрии режущей части, которая предназначена для обработки именно этой группы применяемости [2].

Поэтому цель работы – спроектировать сборную фрезу с расширенной областью применения. Для обработки самых различных сталей, сплавов, чугунов цветных металлов.

В процессе исследования предложена новая конструкция сборной торцевой фрезы с регулируемым положением режущих элементов, что расширяет ее технологические и эксплуатационные возможности (рис. 1).

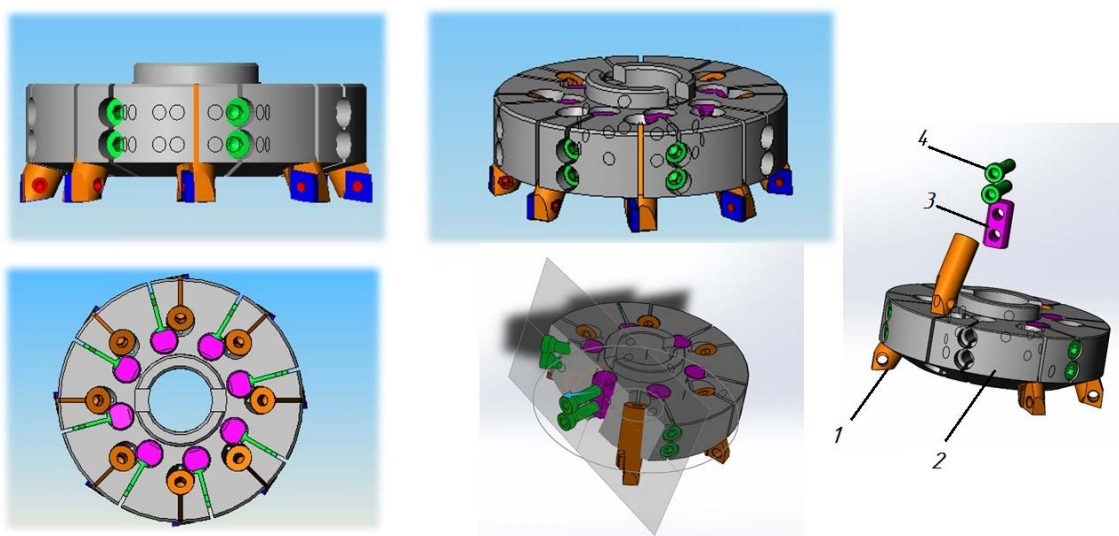


Рис. 1. 3D-модель конструкции фрезы

Торцевая фреза состоит из корпуса 2 с гнездами под ножи 1, в которых крепятся ножи-пластины с помощью гаек 3 и винтов 4.

Преимущественным отличием данной фрезы является то, что сменные регулируемые вставки позволяют изменять геометрию режущей части пластины по высоте, по углам в плане и передних задних углов [3]. За счет того, что

* © Недорезова А.О., 2019

сменные вставки (поз. 1) регулируются при настройке на определенный тип обработки.

Основное применение – черновая обработка крупногабаритных размеров с большими нагрузками при резании, поэтому большое значение имеет жесткость и способность воспринимать значительную силу нагрузки, возникающую в процессе фрезерования, поэтому в процессе исследования дополнительно произведен анализ силовых характеристик и напряжено деформированного состояния на основании режимов резания в элементах пресс-формы [2]. Результаты расчетов в графическом виде представлены ниже (рис. 2).

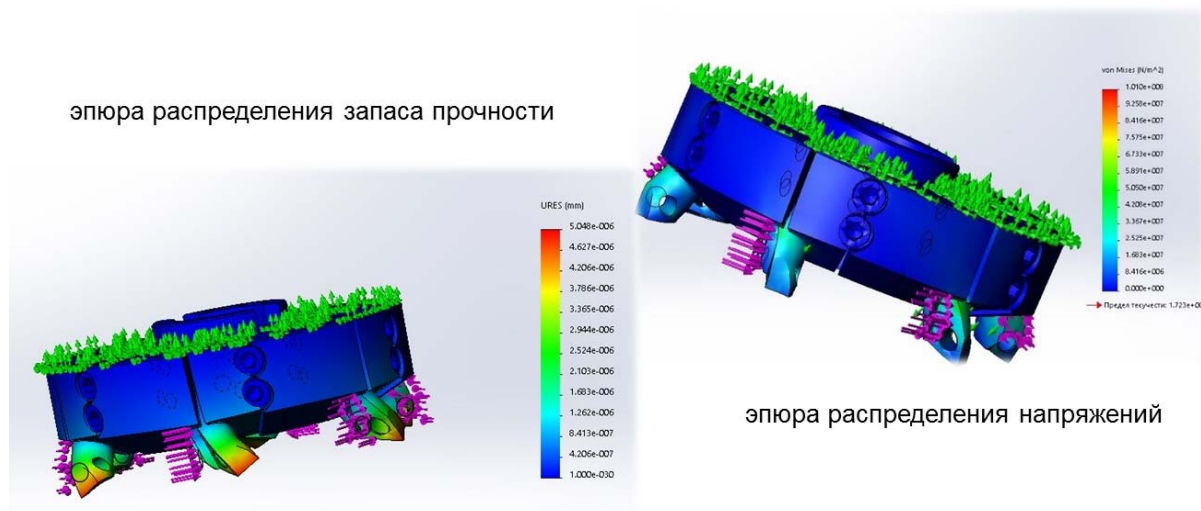


Рис. 2. Эпюры распределения запаса прочности и напряжений

В результате анализа выявлено, что конструкция выдерживает нагрузки без разрушения. Предложенная конструкция расширяет технологические возможности.

Список литературы

1. Iscar Tool Advisor : база данных. URL: <http://www.iscar.com> (содержит справочники по режущим инструментам и пластинам).
2. Авраменко В. Е. Проектирование технологических процессов сборки в курсовых и дипломных проектах : учеб. пособие. Красноярск : ИПЦ КГТУ, 1995. 83 с.
3. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов. 5-е издание, стереотипное. М. : Альянс, 2007. 256 с.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МЕШАЛКИ ХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА

А.А. Огородников*

Научный руководитель В.А. Падар
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Человечество давно пользуется искусственными химическими веществами и материалами, для получения которых применяют специальные аппараты и оборудование. Конструкции химических реакторов весьма разнообразны и должны отвечать определенным требованиям, чтобы продукт получался с максимальной производительностью, высокого качества, минимальными затратами исходных веществ, энергии и труда.

Для создания реактора оптимальной конструкции необходимы, как говорят, исходные данные. В первую очередь следует знать кинетику химической реакции, то есть информацию об основной реакции, приводящей к целевому продукту, и о побочных процессах, приводящих к нерациональному расходу сырья и образованию ненужных, а иногда и вредных веществ. Далее требуются данные о теплоте, выделяющейся или поглощаемой в ходе реакции, и о предельно возможной степени превращения исходных веществ в продукты. Поскольку для осуществления реакции молекулы исходных реагентов должны встретиться друг с другом, реакционную систему необходимо хорошо перемешивать. Эффективность смешения зависит от вязкостей компонентов, взаимной растворимости исходных веществ и продуктов, скоростей потоков, геометрии реактора и устройств ввода реагентов. Протекание химической реакции также влияет на смешение. Наконец, температурный режим в реакторе следует поддерживать в соответствии с требованиями кинетики, чтобы оптимизировать скорости реакции и выход целевого и побочных продуктов [1].

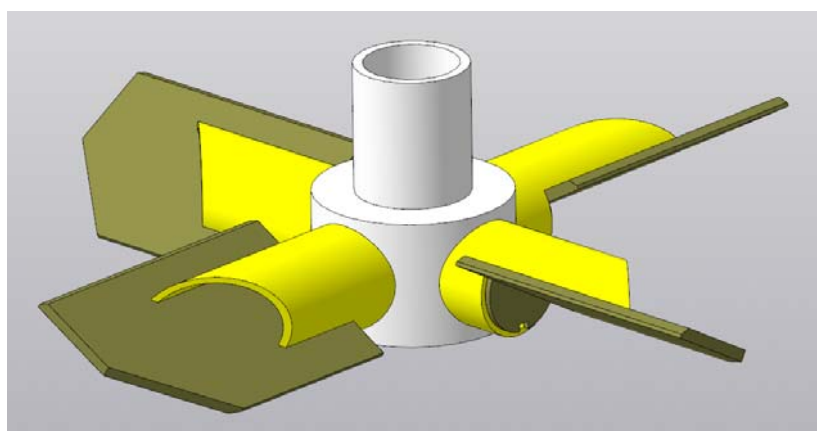


Рис. 1. Универсальная мешалка для химических реакторов

* © Огородников А.А., 2019

На выбор формы и количества лопастей, а иногда и количества мешалок в химическом реакторе, влияет множество факторов, зависящих от его назначения. Поэтому для оптимального режима перемешивания каждому реактору требуются специальные мешалки, но не всегда есть возможность подобрать их. Поэтому чаще всего в промышленности применяются готовые универсальные формы мешалок.

Однако в таком случае появляется ряд других проблем, одной из которых является неполноценное перемешивание всего рабочего объема реактора. Такой эффект появляется при загрузке в реактор мелкодисперсных твердых веществ непосредственно под ступицей мешалки, так как скорости потоков в данной области недостаточны для их подъема и перемешивания.

В связи с тем, что выполнить моделирование движения жидкости в реакторе методом конечных элементов не представляется возможным из-за отсутствующих данных о характере и параметрах турбулентности, возникающей в процессе перемешивания, необходимо получить их экспериментальным путем. Именно такой подход к решению данной проблемы применяется сейчас на всех крупных предприятиях, одним из которых является ОАО «Красноярский завод цветных металлов им. В.Н. Гулидова».

Уже долгое время ведутся поиски оптимальных формы и размеров мешалки. Изменялись различные параметры: форма, углы наклонов лопастей и их количество, положение по высоте мешалки относительно дна реактора. Однако в большинстве случаев картина движения потоков под ступицей остается неизменной.

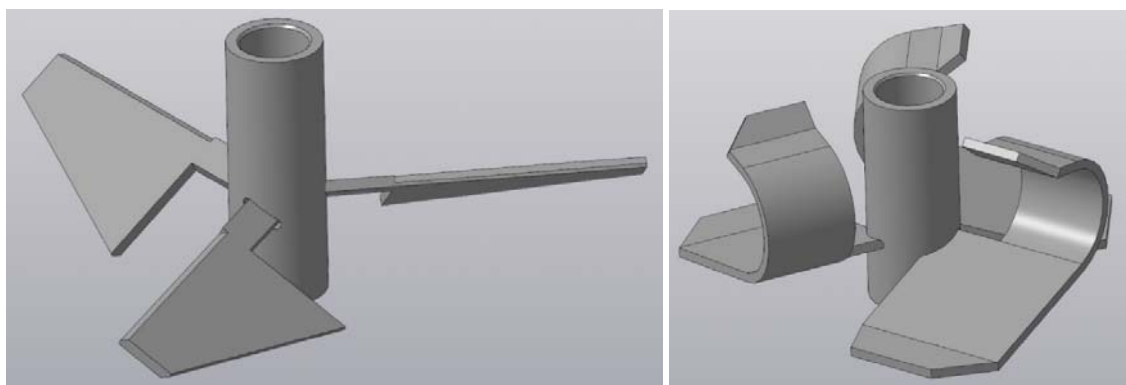


Рис. 2. Варианты экспериментальных форм мешалок

В связи с вышесказанным необходимо разработать конструкцию мешалки, обеспечивающую должное перемешивание области под ней, с целью повышения эффективности работы реактора.

Для решения данной задачи, проанализировав варианты экспериментальных форм разработанных мешалок, была выявлена общая закономерность – не было попыток изменить форму ступицы, а точнее ее основания.

Таким образом, основная идея при разработке экспериментальной формы заключалась в добавлении лопастей или пазов на основание ступицы, чтобы создать дополнительные потоки жидкости под мешалкой (рис. 3).

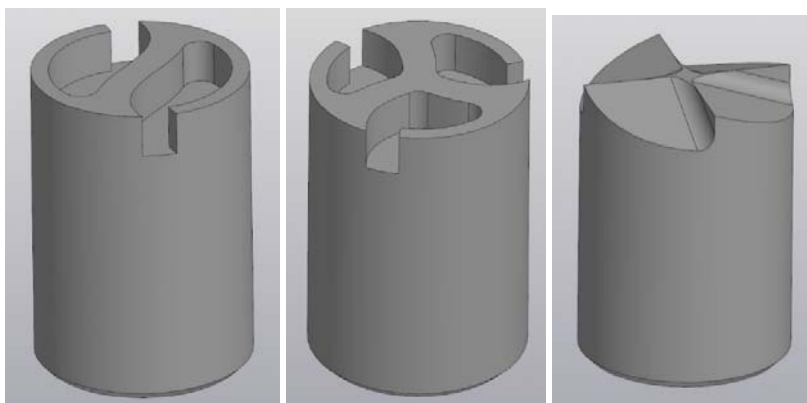


Рис. 3. Экспериментальные формы ступиц

Для оценки эффективности данного метода применялся стенд, который представляет собой упрощенную и уменьшенную модель реактора, изготовленную из боросиликатного стекла (рис. 4). С его помощью можно проводить эксперименты по выявлению влияния различных геометрических параметров формы мешалки на движение потоков жидкости. Причем конструкция данного стенда позволяет моделировать многофазную среду внутри реактора, что наглядно показывает весь технологический процесс перемешивания в реальном времени.

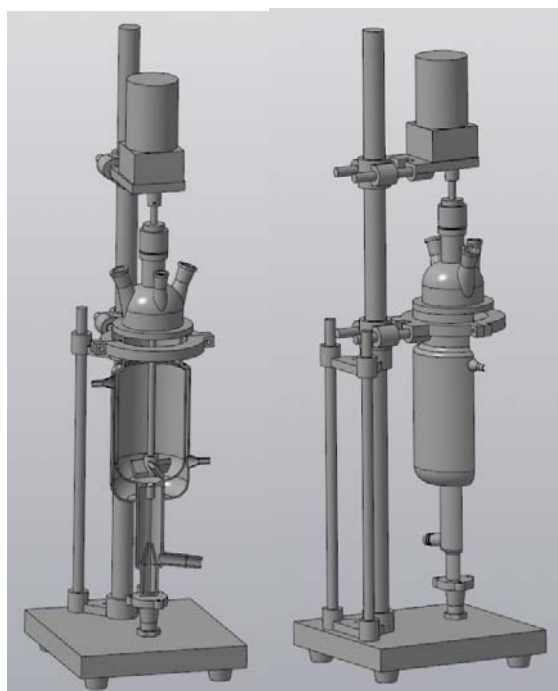


Рис. 4. Модель стенда первичных испытаний

Выводы

1. В данной работе были определены перспективные направления развития формы мешалок химического реактора.

2. Разработаны чертежи и изготовлены экспериментальные модели ступиц.

3. Проведены испытания, с целью выявления влияния формы ступицы на движение потоков внутри реактора.

Список литературы

1. Берлин Ал. Ал., Прут Э. В. Химические реакторы // Соросовский образовательный журнал «Химия». 2000. Т. 6. № 4 / Московский физико-технический институт, Долгопрудный Московской обл. 2000.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОВОРОТНОЙ ПРОБКИ РЕАКТОРА МБИР ПРИ ЗАГРУЗКЕ АКТИВНОЙ ЗОНЫ

Л.А. Силкина *

Научный руководитель Р.С. Лукин
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Проектирование исследовательских реакторов является сложной и перспективной задачей современного машиностроения. Данные реакторы предназначены для очень широкого круга исследований в различных областях науки и техники. Как правило, на таком реакторе проводят исследования в области ядерной и нейтронной физики, физики низкоразмерных структур, физики твердого тела, ядерной и радиационной химии, материаловедения и металлургии, биологии, медицины; испытывают тепловыделяющие элементы (ТВЭЛ) проектируемых энергетических реакторов и конструкционные материалы для построения реакторов [1].

Многоцелевой научно-исследовательский реактор на быстрых нейтронах МБИР строится в Димитровграде и планируется, что он станет самым мощным из действующих, сооружаемых и проектируемых исследовательских реакторов в мире. Тепловая мощность нового реактора с натриевым теплоносителем составит 150 МВт [2]. Данный исследовательский реактор используют для получения радиоактивных изотопов. На данном этапе проведена предварительная контрольная сборка (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид реактора при контрольной сборке [1]

* © Силкина Л.А., 2019

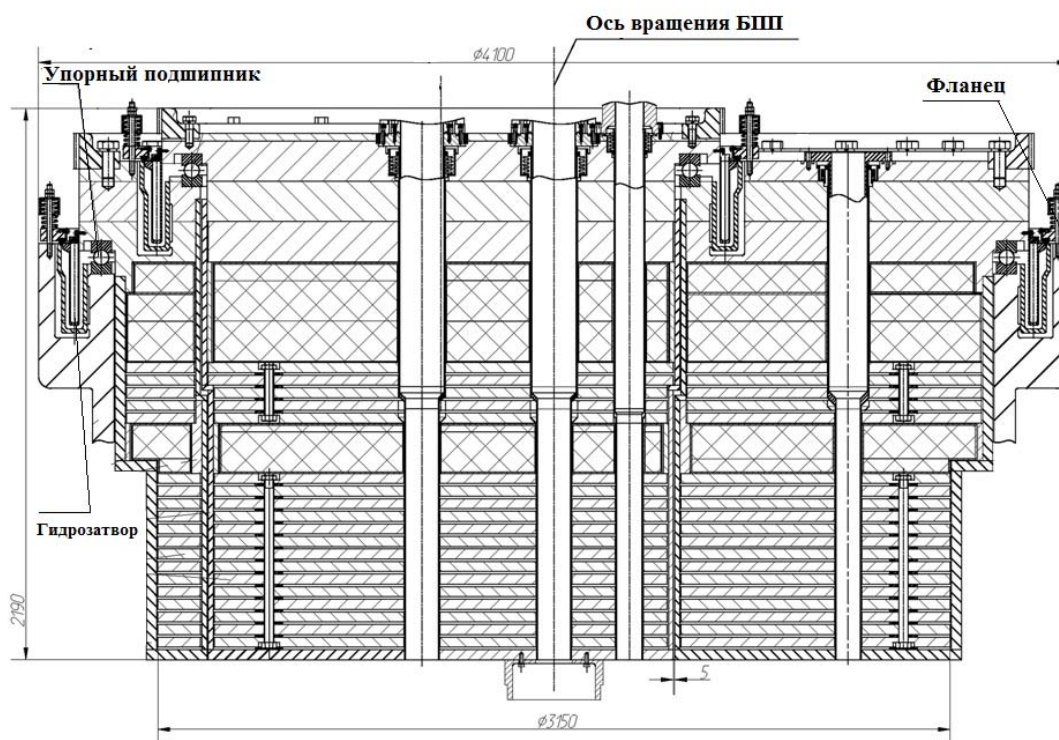


Рис. 2. Продольный разрез поворотных пробок [3]

По данным источника [3], пробка приводится в движение с помощью мотор-редуктора. Она работает в среде инертного газа – аргона и в среде теплоносителя при температуре до 560 °С. Особенность конструкции в том, что герметизация полости реактора по периметру пробки осуществляется гидравлическими затворами из эвтектического сплава олово-висмут. Они обеспечивают герметичность аппарата как при его работе, когда пробки неподвижны, так и при перегрузке, когда пробки вращаются. При работе реактора электрообогревание гидрозатвора отключено, сплав находится в твердом состоянии, создавая монолитное уплотнение пробок. К верхней плите поворотной пробки герметично приварен кольцевой нож. В нож устанавливаются электронагреватели для расплавления сплава в ванне. Кроме основного уплотнения, гидрозатвора, у пробки предусмотрено прижимное, дублирующее уплотнение из термостойкой и радиационно стойкой резины.

Большая поворотная пробка (БПП, рис. 2) размещается в верхней части корпуса реактора и опирается на фланец корпуса через упорный подшипник. Упорный подшипник воспринимает одностороннюю осевую нагрузку, отличается высокой грузоподъемностью и хорошо работает при низких и средних частотах вращения ($n \leq 10$ об/мин). Суммарная масса вращающейся конструкции – около 120 тонн, диаметр – 3 900 мм, высота – 2 100 мм.

Компоновка реактора не позволяет применять приводы с редукторами по развернутой схеме, при этом редуктор должен быть компактным и отвечать следующим нормам проектирования:

- отвечать требованиям пожаровзрывобезопасности в предусмотренных условиях эксплуатации;

- должно быть снабжено дублирующим устройством с ручным приводом;
- иметь устройство перемещения с возможностью ручного дублирования;
- наружные поверхности конструкций и механизмов должны иметь защитные покрытия, стойкие к дезактивирующим растворам;
- необходимо избегать использования разнородных несовместимых материалов, например, углеродистой и нержавеющей стали.

Для подбора привода необходимо знать момент, который должен быть выше момента сопротивления, вызванного силами трения.

$$M_{\text{сопр}} = M_{\text{гидрозатвор}} + M_{\text{фланец}} + M_{\text{подш}} . \quad (1)$$

Таким образом, чтобы определить момент сопротивления поворотной пробки, необходимо суммировать моменты сопротивления каждой составляющей: гидрозатвора в момент после расплавления смеси металлов в нём ($M_{\text{гидрозатвор}}$), уплотнения из резины и прижимного фланца (в случае, если вес прижимного фланца не распределился на отжимные болты при разборе конструкции; $M_{\text{фланец}}$), упорного подшипника ($M_{\text{подш}}$). Уравнение расчёта момента сопротивления представлено выше (1).

На данный момент определены элементы конструкции, в которых возникает сопротивление в процессе вращения пробки. Для определения сопротивления упорного подшипника найдено аналитическое решение, для остальных – планируется разработать расчётную модель, провести ее верификацию и вычислить значение момента сопротивления.

Список литературы

1. В Атомэнергомаше проведена контрольная сборка реактора МБИР. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atomic-energy.ru/news/2019/01/17/91860>.
2. Супранова Е. Б., Мамедов Т. С. Разработка конструкции поворотных пробок реактора МБИР // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2013. № 1. С. 121–128.
3. Энциклопедия техники. Исследовательский реактор [Электронный ресурс]. URL: <https://enciklopediya-tehniki.ru/promyshlennost-na-i/issledovatel'skiy-reaktor.html>.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Е.А. Спирин, М.И. Якименко*

Научный руководитель Е.А. Спирин
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Анализ динамической системы и исследование ее отклика на изменяющиеся во времени параметры является первостепенной задачей для вывода о целесообразности подобной системы, корректировки ее элементов и решения задачи о предсказании поведения системы при известном некотором начальном состоянии. Для стабильной работы сложной динамической системы, включающей в себя звенья различной природы, и ее контроля во времени важной задачей является внедрение системы регулирования для управления над отклоняющимися от целевых значений параметрами, характеризующими работу системы.

Для анализа в теории автоматического управления широко применяется математическое описание систем посредством задания их передаточных функций и внедрения ПИД-регулятора как звена с обратной связью. Однако для сложных нелинейных систем не всегда возможно определить передаточную функцию либо система линейно ведет себя в некотором небольшом интервале, что не позволяет делать прогнозы о поведении за его пределами. В таком случае более простым выходом может быть решение системы уравнений средствами математических программ. Тогда целесообразным может стать внедрение дифференциального уравнения регулятора и явного решения системы дифференциальных уравнений.

В общем случае система может представлять собой связь электрических, механических, гидравлических и других звеньев. При этом необходимы уравнения, описывающие каждый отдельный самостоятельный компонент с однозначно определенной связью между ними. Обязательным условием является закон сохранения энергии.

В качестве примера возьмем электромеханическую систему, включающую в себя турбину с генератором и ПИД-регулятором. Для данной системы необходим набор уравнений (1), где а, б – уравнения, описывающие генератор постоянного тока; уравнение в – турбину; г – уравнение ПИД-регулятора; д – закон сохранения энергии, в данном случае – равенство механической и электрической мощностей; е – некоторая дополнительная функция, производная которой равна ошибке регулирования.

В данной системе параметр, заданный для регулирования – напряжение якоря генератора. Управление предполагается через корректировку значения напряжения возбуждения.

* © Спирин Е.А., Якименко М.И., 2019

$$\left\{ \begin{array}{l} -L_a \cdot \frac{di_a(t)}{dt} = -u_a(t) + R_a \cdot i_a(t) + L_{af} \cdot i_f(t) \cdot \omega(t) (a) \\ -L_f \cdot \frac{di_f(t)}{dt} = -u_f(t) + R_f \cdot i_f(t) (b) \\ \frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{\pi \cdot C_n \cdot \rho \cdot v^3 \cdot r^2}{2 \cdot \omega_{ном}^2} \cdot (2\omega_{ном} - \omega(t)) - k_e \cdot i_a(t) (в) \\ u_f(t) = K_p \cdot (UA - u_a(t)) + K_d \cdot \frac{d(UA - u_a(t))}{dt} + K_i \cdot UA \cdot t - K_i \cdot u_a(t) (г) \\ u_a(t) \cdot i_a(t) = k_e \cdot i_a(t) \cdot \omega(t) (д) \\ \frac{du_A(t)}{dt} = u_a(t) (е) \end{array} \right. , \quad (1)$$

где u_a, i_a – напряжение, ток якоря;
 u_f, i_f – напряжение и ток возбуждения;
 $L_a, R_a, L_f, R_f, L_{af}$ – параметры генератора;
 ω – угловая скорость вращения ротора турбины;
 t – время;
 $\omega_{ном}$ – номинальная угловая скорость вращения ротора турбины;
 UA – целевое значение напряжения;
 J – момент инерции генератора с присоединенной нагрузкой;
 B – коэффициент вязкого трения;
 k_e – коэффициент момента;
 K_p, K_i, K_d – коэффициенты ПИД-регулятора, пропорциональной, интегральной и дифференциальной составляющих соответственно;
 C_n – коэффициент подъемной силы;
 ρ – плотность жидкости (воды);
 v – скорость потока;
 r – радиус турбины.

При совместном решении данной системы уравнений результатом является стремление напряжения якоря к целевому значению, в данном случае оно равно 10В. На рисунке показаны графики зависимостей напряжений якоря и возбуждения от времени (а – без регулирования, б – с внедрением ПИД-регулятора).

Для анализа сложной системы, включающей в себя звенья различной природы, необходимо описание каждого отдельного звена – механического, электрического, гидравлического и др. Параметр, призванный обеспечить получение заданного целевого значения, то есть изменением которого можно добиться стабильности системы, может быть заменен на управляющее воздействие регулятора, определяемое на основе ошибки регулирования. При этом в полученной системе должен выполняться закон сохранения энергии, объединяющий и уточняющий систему. Тогда при совместном решении всех уравнений можно проследить за динамикой работы системы, провести параметризацию с целью уточнения параметров регулятора.

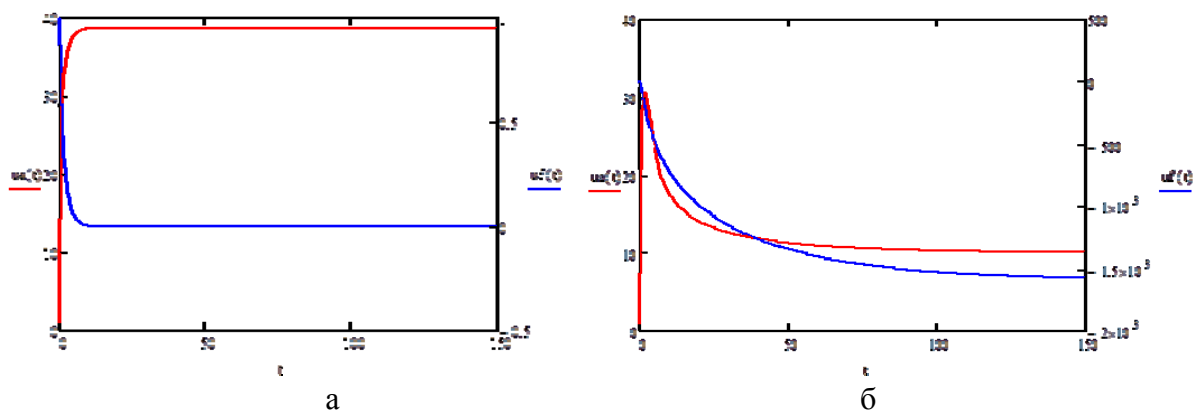


Рис. Графики зависимости напряжения якоря $u_a(t)$ и возбуждения $u_f(t)$:
 а – без регулятора; б – с ПИД-регулятором

При подобном подходе к проектированию динамической модели возможно провести полный анализ, определить параметры регулятора для заданной системы, сделать выводы о необходимости корректировки каждого отдельного звена, провести численный эксперимент. При определенном наборе параметров для оптимизации на этапе проектирования возможен подбор не только регулятора, но и других составляющих, например, замена генератора, лопастей турбины и др.

Список литературы

1. Герман-Галкин С. Г. Matlab и Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. СПб. : КОРОНА-Век, 2008. 368 с.
2. Спиринов Е. А. Повышение энергетических характеристик ортогональной турбины. Красноярск : Машиностроение, 2008.
3. Спиринов Е. А., Якименко М. И. К исследованию динамики рабочего процесса микроГЭС // Проспект Свободный. 2018. С. 732–735.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ГРУНТА ФРЕЗЕРНЫМ КУЛЬТИВАТОРОМ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЯ, ДЕЙСТВУЮЩЕГО НА РАБОЧИЙ ОРГАН

А.Л. Черноушко*

Научный руководитель В.И. Кулешов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

По сегодняшний день инженеры пытались продвинуться в области механики почв, но наиболее актуальным предположением поведения почвы при ее обработке является теория академика В. П. Горячкина, он является одним из основоположников развития сельскохозяйственных машин и орудий. Предложив теорию по проектированию рабочего органа, Горячкин описал механическую сущность многих процессов и машин, создал научную теорию для их проектирования и рационального построения.

Расчетная формула В. П. Горячкина, основанная на эмпирических методах:

$$P = G \cdot \mu_1 + k \cdot h \cdot b + e \cdot h \cdot b \cdot V^2, \quad (1)$$

где G – сила тяжести ножей; μ_1 – коэффициент трения металла о грунт; k – удельное сопротивление грунта резанию; h – толщина вырезаемого пласта грунта для плуга; b – ширина резания; e – коэффициент, учитывающий сопротивление, возникающее при отбрасывании вырезанного пласта грунта, в среднем $e = 0,1$; V – скорость движения плуга, культиватора.

Расчитанное удельное сопротивление почвы распределяется по категориям в зависимости от типа грунта, сопротивления резания представлено в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость сопротивления резания от типа грунта

Песок рыхлый, сухой	от 1 до 3 Н/см ²
Песок влажный, супесь, суглинок разрыхленный	от 3 до 5 Н/см ²
Суглинок, средний и мелкий гравий, легкая глина	от 5 до 7 Н/см ²
Глина, плотный суглинок	от 7 до 12 Н/см ²

Расчет был выполнен в программном комплексе LS-DYNA (академическая лицензия) методом дискретных элементов (рис. 1). Характеристики почв для расчета взяты из аналогичных исследований [6]. Получена результирующая

* © Черноушко А.Л., 2019

максимальная сила, действующая на нож, в момент, когда нож зарыт на всю глубину и сила составляет 250 Н. Расчетное давление составило $6,25 \text{ Н/см}^2$, что сопоставимо с сопротивлением для грунта средней тяжести.

На основе результатов расчетов была составлена математическая модель по определению крутящего момента на рабочем органе культиватора.

Условия расчета:

- давление на режущую кромку изменяется линейно в зависимости от угла поворота ротора, минимальное значение – при врезании, максимальное – при перпендикулярном положении режущей части, в остальных случаях принято минимальное значение;
- распределение давления имеет одинаковое значение в каждой точке на плоскости режущей части резца;
- вектор равнодействующей силы давления направлен по касательной к окружности вращения ротора и действует из центра резца;
- давление, возникающее на режущей кромке, не учитывается.

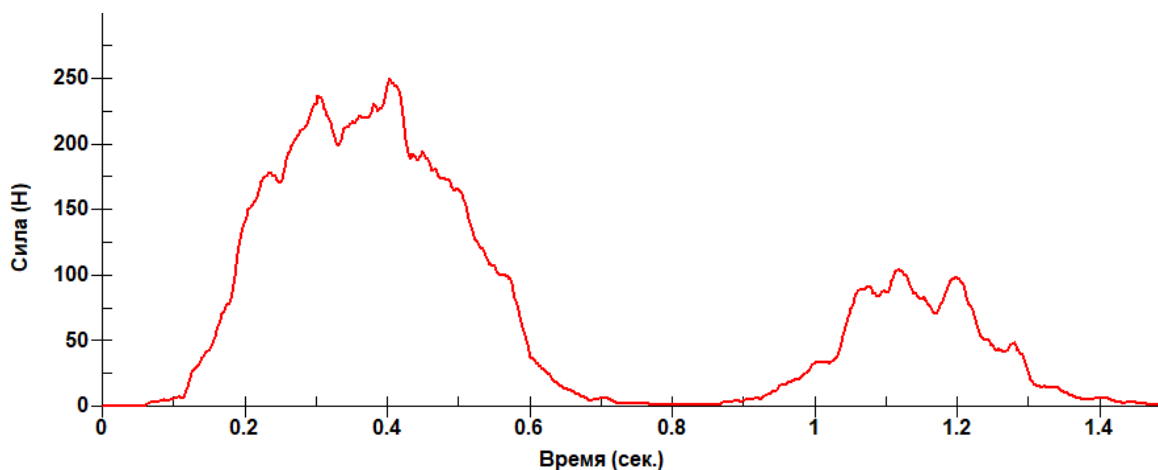


Рис. 1. График силы, действующей на резец

На рис. 2 представлена схема обработки почвы с использованием ротора.

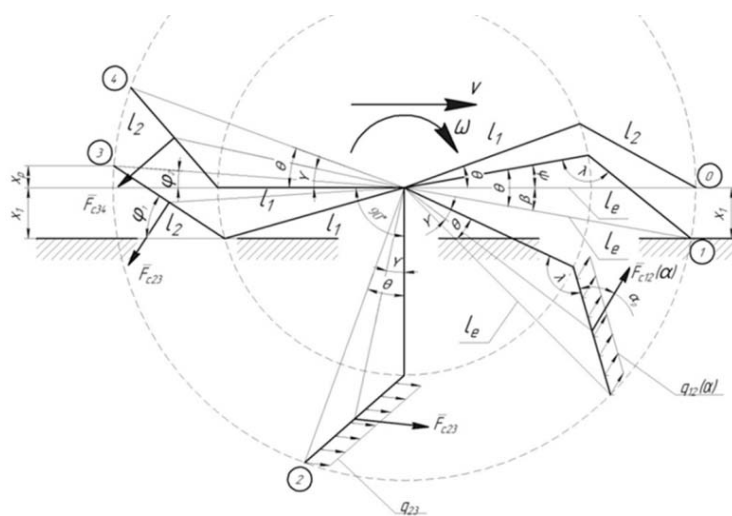


Рис. 2. Схема резания грунта с ножом фрезерного культиватора

Весь путь прохождения резца разделяется на два участка, крутящий момент для них найдем по формулам:

$$M_{кр12}(\alpha) = b \cdot h \cdot l \cdot \left(\left(9 \frac{N}{\text{cm}^2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{90^\circ + (\theta - \beta)} \right) + 3 \frac{N}{\text{cm}^2} \right), \quad (2)$$

$$M_{кр23} = b \cdot h \cdot q_{23} \cdot l, \quad (3)$$

где $\alpha = [0; (90^\circ + (\theta - \beta))]$.

Формула, позволяющая рассчитать суммарный крутящий момент на роторе (рабочем органе) с учетом положения резцов:

$$M = \sum_1^{S_{p12}} M_{кр12}(\alpha) \cdot n_{12} + \sum_1^{S_{p23}} M_{кр23} \cdot n_{23}, \quad (4)$$

где n_{12} – кол-во резцов находящихся на линиях резания в секторе 1-2; n_{23} – кол-во резцов находящихся на линиях резания в секторе 2-3; k – кол-во резцов находящихся на окружности ротора; $S_{p12} = \frac{(90^\circ + (\theta - \beta)) \cdot k}{360^\circ} + 1$ – кол-во резцов на окружности ротора на участке 1; $S_{p23} = \frac{(90^\circ - \theta + \varphi_2) \cdot k}{360^\circ} + 1$ – кол-во резцов на окружности ротора на участке 2.

Полученные результаты крутящего момента на рабочем органе представлены в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость необходимого крутящего момента от типа грунта

Песок рыхлый, сухой	224 Н*м
Песок влажный, супесь, суглинок разрыхленный	487 Н*м
Суглинок, средний и мелкий гравий, легкая глина	750 Н*м
Глина, плотный суглинок	1150 Н*м

В данной работе были рассмотрены основные моменты, связанные со взаимодействием режущего инструмента фрезерного культиватора гребнеобразователя с почвой. Сопоставлены результаты аналитического расчета и расчета методом дискретных элементов для грунта средней тяжести, таким образом, метод дискретных элементов дал точный результат, входящий в интервал аналитического расчета. Крутящий момент на рабочем органе культиватора был определен.

Список литературы

1. Цеммерман М. З. Рабочие органы почвообрабатывающих машин. М. : Машиностроение, 1978. 294 с.
2. Панов И. М., Ветохин В. И. Физические основы механики почв. К. : Феникс, 2008. 266 с.
3. Горячкин В. П. Общая теория орудий : собр. соч. Т. 1. М. : Колос, 1965.

4. Золотухин Н. С. Обработка почвы. / отв. за вып. А. Федотов. Красноярск : Красноярское краевое издательство, 1945. 17 с.

5. Динамика почвообрабатывающих агрегатов и рабочие органы для обработки почвы: научные труды / М-во сел. хоз-ва СССР, Гл. упр. Высших средн. с.-х образования, Челяб. ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва. Челябинск : ЧИМЭСХ, 1982. 98 с.

6. Овсянко В., Петровский А. Конечно-элементное моделирование взаимодействия лемешно-отвальной поверхности с почвой. Минск, 2014. 3 с.

Автомобильный транспорт

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ (ОБЗОР)

К.А. Акулов*

Научный руководитель И.М. Блянкинштейн
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящее время повышение надежности автомобильных двигателей решается путем выбора износостойких конструкционных материалов и подбора к ним смазочных масел. Если вопросы применения износостойких материалов изучались более интенсивно и в этой области достигнуты значительные успехи при проектировании техники, то выбор смазочного материала для различных машин и механизмов, работающих в большом интервале температур, нагрузок и скоростей, относятся к более сложным задачам. Это вызвано тем, что часто в одном механизме применяется одно масло, а узлы трения выполнены из конструкционных материалов с широким диапазоном механических свойств. Кроме того, на рынке существует большое количество масел, применение которых для разных механизмов практически не обосновано [1]. Ресурс работы масел на минеральной, синтетической и смешанной основах принят постоянным и регламентируется заводами – изготовителями по наработке часов или километрам пробега для автотранспорта. Эти параметры не учитывают режимы и условия эксплуатации, техническое состояние узлов трения, состояние системы фильтрации масла и его свойства.

Для повышения надежности и достижения долговечности работы транспортного средства необходимо тщательно подходить к выбору моторного масла, так как именно оно отвечает за работу трущихся поверхностей. Одним из перспективных средств обеспечения бесперебойной работы двигателя является применение моторного масла с присадками из наноматериалов [6].

Особенный интерес среди углеродных наноматериалов исследователи проявляют к модифицирующим возможностям детонационных наноалмазов. Алмазная модификация углерода имеет одно из самых больших значений удельной свободной поверхностной энергии, которая приводит к высокой активности наночастиц в модифицируемом материале, делая его преобразование наиболее глубоким [2].

На сегодняшний день существует большое количество работ, посвященных изучению влияния наноалмазов при добавлении их в моторное масло [3, 7, 8, 10]. Например, В. Ю. Долматов [3] выделяет следующие преимущества использования наноалмазов в моторных маслах:

- 1) эффективное действие при низких концентрациях наночастиц;
- 2) совместимость с разного рода маслами (минеральными и синтетическими);

* © Акулов К.А., 2019

3) экологическая безопасность углеродных наночастиц в сравнении с металл – и фторсодержащими соединениями [3].

Автор говорит об устойчивости кластерного углерода (преимущественно наноалмазов) в масле вследствие размера энергетически равновесного кластерного углерода, не превышающего 30–60 нм [3].

Действие углеродных кластеров в смазочном материале имеет механический характер, при этом проявляются различные его механизмы. Например, углеродные наночастицы малого размера заполняют неоднородности на поверхности, создавая новые поверхности трения. Также возможно повышение вязкости смазочного материала в тонких пленках за счет дисперсного структурирования, при этом снижаются потери масла от утечек через уплотнения и зазоры, исключается растрескивание пленки при высоких скоростях деформирования. Кроме того, возможно снижение вязкости смазочной композиции, содержащей углеродные кластеры, под действием низких температур в связи со снижением «порога стеклования дисперсно-наполненной среды». Углеродные нанокластеры могут адсорбировать смолы, образующиеся в процессе окисления масла, исключая их осаждение на поверхностях двигателя. При высоких нагрузках и максимальном вытеснении смазочного материала из пространства между трущимися поверхностями наноалмазные кластеры работают как микроподшипники качения [4].

Группа ученых Института химии и химической технологии, а также Института биофизики СО РАН разработала технологию получения продукта, являющегося именно наноалмазами, с повышенной коллоидной стабильностью наночастиц в моторных и трансмиссионных маслах [9].

Наноалмазы – это сверхмалые частицы алмаза шаровидной формы размером 4–6 нанометров (нанометр – одна миллиардная метра). При исследовании свойств нового продукта обнаружилось, что полученное вещество обладает рядом уникальных свойств, отсутствующих у других материалов, позволяющих существенно снизить коэффициент трения в механизмах и активизировать рост поверхностей трения в местах ударных нагрузок.

Материал химически инертен, то есть не вступает в химические реакции с компонентами масла и поверхностями трения.

В настоящее время производство данных наноалмазов организовано в промышленном масштабе (до 50 кг/мес.). Выделены три фракции F1, F2 и F3, отличающиеся размерами, характером примесей (до 300 нанометров). Экспериментальные результаты показали, что присутствие наноалмазов (НА) в парах сталь-сталь, сталь-чугун, сталь-цветные сплавы сопровождается:

- 1) уменьшением температуры масла;
- 2) уменьшением коэффициента трения;
- 3) уменьшением износа пар трения;
- 4) образованием защитной углеродожелезосодержащей пленки на поверхности металла.

Существуют и довольно значимые недостатки использования наноалмазов. Например, при больших концентрациях наноалмаза увеличивается дефект-

ность поверхности трущихся деталей [5]. Это связано с тем, что при больших концентрациях наноалмаз начинает вести себя как абразивный материал, нанося механические повреждения трущимся поверхностям.

На основе наноалмазов был получен препарат под названием «КАРАТ-М», представляющий собой устойчивый коллоидный раствор модифицированных наноалмазов в синтетическом масле, не изменяющий своих свойств в течение трех лет.

Результат работы данного материала описан производителем следующим образом:

1) добавки в масло реально работающих двигателей (на примере более 700 обработанных автомобилей) приводят:

- к увеличению компрессии на 10–20 %;
- уменьшению потребления бензина на 4–5 %;
- уменьшению токсичности выхлопных газов.

2) эффект однократной обработки двигателя наноалмазами сохраняется до 250–300 тыс. км пробега.

Наноалмазная добавка положительно зарекомендовала себя в условиях интенсивной эксплуатации автотранспортных средств – городских автобусов, тяжелой карьерной техники при трехсменной работе (БелАЗ).

На сегодняшний день препарат «КАРАТ-М» и нанотрубки показывают наилучшие результаты в снижении трения, износа и даже восстановлении изношенных поверхностей.

Вышеописанный материал сообщает о двух важных моментах использования детонационных наноалмазов и наночастиц в целом. Во-первых, чем более дезагломерированы частицы, тем меньшая их концентрация приводит к повышениям эксплуатационных свойств материалов. Во-вторых, механизм действия наночастиц в смазочном материале в большинстве случаев сводится к выравниванию шероховатости поверхностей за счет заполнения наночастицами неровностей.

Как видно из приведенного выше материала, вопрос использования наноматериалов в качестве добавок в моторное масло на данный момент изучен достаточно хорошо, но, к сожалению, не со всех сторон. Так, в большинстве случаев упускается момент влияния наноразмерных добавок в моторные масла на экологические выбросы автомобиля.

Список литературы

1. Курасов В. С., Вербицкий В. В. Топливо и смазочные материалы : учеб. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2013. С. 40.
2. Покровская С. В. Технология переработки нефти. Производство нефтяных масел : учеб.-метод. комплекс. Новополюцк : ПГУ, 2008. С. 25.
3. Долматов В. Ю. Детонационные наноалмазы в маслах и смазках // Сверхтвердые материалы. 2010. № 1. С. 19–28.
4. Игнатовский М. И., Свириденко А. И., Смуругов В. А., Ховатов П. А., Чмыхова Т. Г. Влияние наноаполнителей на картину износа поверхности ста-

ли в субмикронном диапазоне // Методологические аспекты сканирующей микроскопии. VII Международный семинар, г. Минск. 2006. С. 227–230.

5. Образцов Л. Н. Применение nanoалмазов в смазочных композициях – эффективный путь повышения контактной долговечности подшипников качения // Ползуновский вестник. 2009. № 4. С. 182–184.

6. Мокоучина (Гнатюк) Т. В., Парфененкова В. Е., Винокуров В. А., Аладинская О. Е., Провоторов М. В. Вязкостные характеристики и поверхностное натяжение базовых нефтяных масел, модифицированных наночастицами синтетических алмазов // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2014. № 7. С. 42–48.

7. Ананьева Е. С., Новиковский Е. А., Маркин В. Б. Технология и эффективность модифицирования углепластиков наночастицами детонационных алмазов // Нанотехника. 2012. № 2 (30). С. 66–72.

8. Лямкин А. И., Редькин В. Е. Ультрадисперсные алмазографитовые и алмазные порошки, получаемые из взрывчатых веществ // Наука производству. 2000. № 3 (28). С. 59–64.

9. Продлить жизнь агрегатам: электронная статья [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nanodiamonds.ru.html>.

10. Богданов Д. Г. Структурно-фазовое состояние кристаллического ядра и примесной оболочки детонационного nanoалмаза : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.04.07. Барнаул, 2015. 138 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ РУЛЕВОГО КОЛЕСА В АВТОМОБИЛЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

А.С. Поляков, К.В. Пульянова*

Научный руководитель Н.В. Шадрин
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Система ВАДС отражает специфические особенности и проблемы дорожного движения. Безопасность дорожного движения зависит от надежности входящих в нее взаимосвязанных компонентов Водитель – Автомобиль – Дорога, функционирующих в среде С. Объектами исследования в данной работе являются автомобили с различным расположением рулевого колеса, участвующие в ДТП на участке федеральной трассы Р-255 Красноярского края. В 2018 г. на данном участке федеральной трассы Р-255 произошло 251 ДТП, в которых участвовало 426 автомобилей. На рис. 1 представлено распределение данных ДТП по основным видам и времени суток [1].

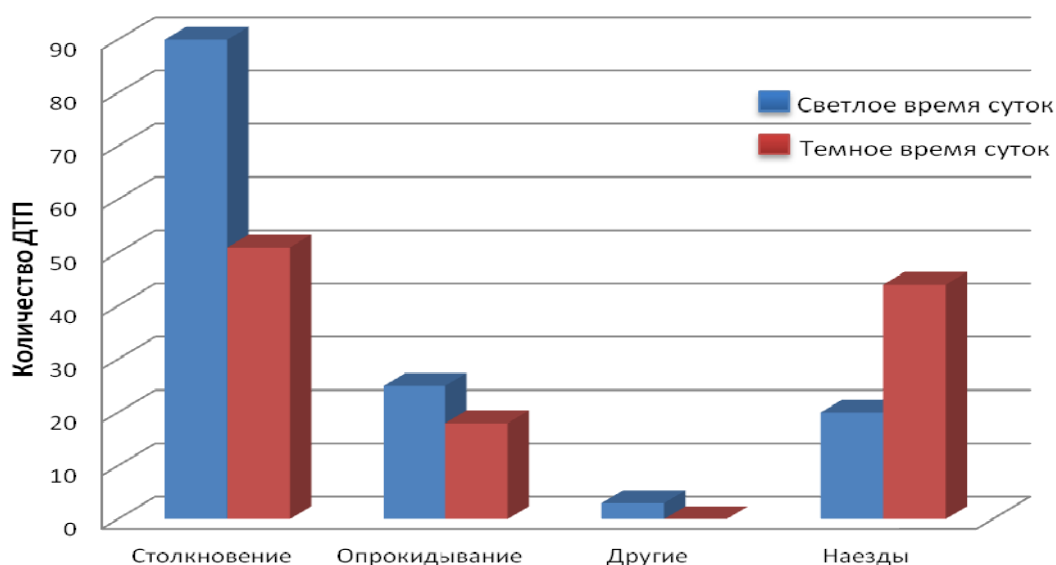


Рис. 1. Распределение ДТП по видам и времени суток

На долю встречных столкновений по отношению к общему количеству ДТП приходится 29 %. Наибольшей тяжестью последствий характеризуются лобовые встречные столкновения, связанные в основном с выполнением маневра обгона с выездом на полосу встречного движения.

Расположение рулевого колеса с правой стороны в автомобиле японского производства ограничивает видимость водителю (управляющему данным автомобилем и производящему маневр обгона движущегося впереди автомобиля) в

* © Поляков А.С., Пульянова К.В., 2019

просмотре участка проезжей части для определения безопасного расстояния до встречного автомобиля (рис. 2).

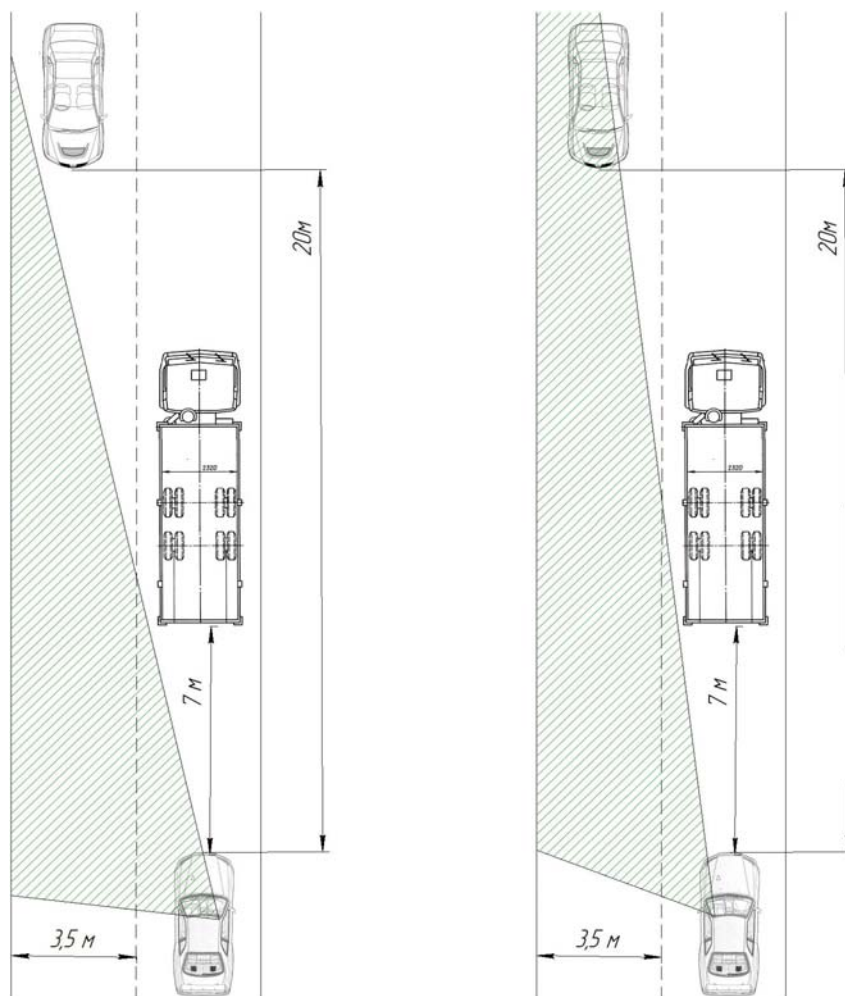


Рис. 2. Схема обзорности для автомобилей с правым расположением рулевого колеса (слева), и левым расположением рулевого колеса (справа)

По результатам исследований, проведенных «Автостатом» на 2017 г. в России, соотношение зарегистрированных автомобилей с различным расположением рулевого колеса составило: с левым – 92 %, с правым – 8 %, тогда как для Красноярского края 69 и 31 % соответственно [2].

Представленные в таблице данные говорят о существенном влиянии «праворульных» автомобилей Красноярского края на вероятность возникновения ДТП, связанных с встречными столкновениями на участке федеральной трассы Р-255.

Из общего количества автомобилей, участвующих в ДТП с встречными лобовыми столкновениями, на долю «праворульных» приходится 18 %, «леворульных» – 11 % [1].

Анализируя результаты данных проведенных исследований аварийности и участвующих в ДТП со встречными столкновениями (на участке федеральной трассы Р-255 Красноярского края) автомобилей с правым расположением руля

выявлена актуальность данной проблемы, а именно влияние на безопасность дорожного движения [3]. Помимо этого, значительное влияние на количество ДТП, связанных со столкновениями и особенно наездами оказывает и время суток (рис. 1).

Таблица

Распределение ДТП и участвовавших в них автомобилей по федеральной трассе Р-255 на территории Красноярского края за 2018 год

ДТП	Количество	Автомобили	
		всего: 426	
Всего	251	леворульные	праворульные
		310	116
Столкновения встречные	74	111	56
Другие виды ДТП	177	199	60

В целом для повышения безопасности дорожного движения и надежности системы ВАДС требуется разработка комплекса эффективных, научно обоснованных мероприятий.

Список литературы

1. ГИБДД [Электронный ресурс] : сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. URL: <http://www.gibdd.ru>.
2. Рынок автомобилей с правым рулем в регионах России // Аналитическое агентство «Автостат» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/36076>.
3. Бушлаева И. И. Левый и правый руль в автомобиле и статистика ДТП // Материалы Международной научно-технической конференции «Транспортные и транспортно-технологические системы». Тюмень, 2016. С. 56–58.

ФОРМИРОВАНИЕ СКЛАДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ С УЧЕТОМ ВРЕМЕНИ И ЦЕНЫ ИХ ДОСТАВКИ

У.Н. Самокрутова*

Научный руководитель В.М. Терских
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Правильно организованный современный складской комплекс является одним из ключевых звеньев в логистической системе всего предприятия. На него возлагаются такие задачи, как приёмка продукции, размещение всех поступивших товаров на хранение, идентификация и учёт продукции, комплектация заказа, упаковка, маркировка, отгрузка сформированного заказа и т. п. [1].

Важнейшие задачи логистики (сокращение издержек, повышение уровня логистического сервиса), стоящие перед предприятием, возможно решить при эффективном построении складской логистической системы.

В настоящее время практически на каждом предприятии автотранспорта имеется резерв материальных запасов – склад. Однако существующие системы управления складом запасных частей на предприятиях, автомобильной отрасли не совершенны. Склады переполнены одними деталями при дефиците других. Для эффективной работы предприятия рассмотрим формирование склада запасных частей с учётом зависимости доминирующих критериев: времени и цены доставки.

Автотранспортные предприятия можно классифицировать по наличию или отсутствию склада. Выделяют следующие типы складов: федеральный, региональный, местный.

Обеспечение предприятия запасными частями направлено на обслуживание магазина и обеспечение собственного сервисного цеха. Поэтому наблюдается тенденция, при которой эффективность автотранспортного предприятия выше за счет содержания склада, то есть в связке автосервис – склад.

В современных условиях для осуществления непрерывного процесса товарного обращения необходимы определённые запасы. Формирование складского комплекса с помощью рассмотренных критериев повысит эффективность предприятий обслуживающих и эксплуатирующих АТС, приведет к минимизации затрат на ресурсы и потери, а также повысит степень удовлетворенности потребителей. [1]

Для примера рассмотрим способы ведения складской логистики трёх различных дилерских центров г. Красноярска.

В дилерском центре марки «ЛАДА» существует три вида заказов: заказ на восполнение склада, клиентский коммерческий заказ и клиентский гарантийный заказ.

* © Самокрутова У.Н., 2019

Заказ на восполнение склада оформляется два раза в месяц и по срокам доставки является самым длительным от 1 месяца до 1,5 месяца, если складской заказ необходим для восполнения дефицита, он становится срочным заказом, но при этом неизбежна потеря порядка 10 % его стоимости. Запрос на клиентский коммерческий заказ не так длителен: от 1 до 3 недель. Особый вид заказа – клиентский гарантийный на его доставку в среднем даётся до 2 недель.

У дилеров немецкой марки автомобилей Volkswagen, кроме складского заказа, доставка которого занимает 12 дней, существует три срочных: обычный, доставка которого осуществляется в течение 5 дней, так как для данного заказа характерно наличие з/ч на центральном складе, сверхсрочный – 6–8 дней (при отсутствии детали на центральном складе) и экстремальный 1–2 дня. Их суть сводится к тому, что чем быстрее запасная часть приходит на склад, тем дороже она обходится дилеру. Таким образом, официальный дилер финансово заинтересован в грамотном управлении складом.

Доставка у официального дилера КамАЗ более специфична, чем в выше представленных дилерских центрах, так как в данном центре существует только один вид заказа – складской. Заказ формируется в конце месяца, длительность поставки составляет от 1 до 2 месяцев. Если в точке А, например 31 марта, выполняется запрос на пополнение склада, то его доставка будет осуществлена в любой из дней мая – интервале В – С (см. рисунок). Заказ поступает в течение месяца, как правило, раз в неделю, но номенклатура и количество заранее не известны.

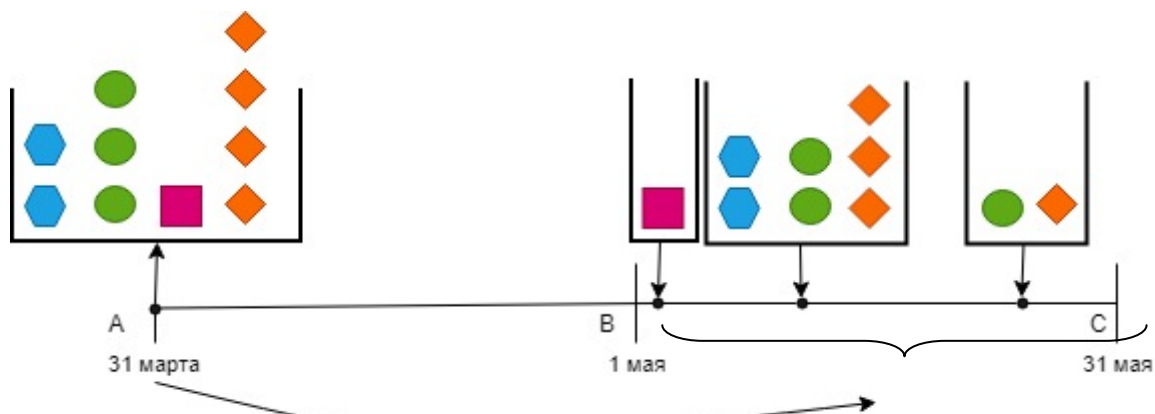


Рис. Схема доставки дилерского центра КамАЗ

Таким образом, в управлении складом запасных частей на предприятиях официальных дилеров отечественных брендов существуют следующие неопределенности:

- 1) потребность в запасных частях (нельзя точно спрогнозировать каких деталей и сколько потребуется на следующей неделе, месяце и т. д.);
- 2) момент выполнения заказа на пополнение запасов.

Для дилеров иностранных марок момент поставки более прогнозируем, но, в любом случае, для большинства дилерских центров справедливо утвер-

ждение – при увеличении времени доставки себестоимость запасных частей для компании снижается. Одновременно с этим, время доставки запасных частей зависит от расстояния между дилерским центром и складом поставщика, то есть для разных регионов будет различным даже для одного и того же бренда. В общем виде влияние времени выполнения поставки на размер страхового запаса (и издержки на его содержание) рассмотрены в работах [2, 3].

Увеличение времени пополнения запасов на складе ведет к увеличению его объема и логистических издержек на его обслуживание. Когда суммарные затраты на хранение определенной позиции начинают превышать прибыль с ее продажи, зачастую теряется целесообразность ее хранения [4].

Из всего вышперечисленного можно заключить, что от удаленности предприятия от склада поставщика, а значит от времени и цены доставки, зависит и номенклатура хранимых запасных частей (структура склада), и их количество (объем склада).

В силу особенностей, присущих автомобильным компаниям, несмотря на многочисленные работы в области управления запасами, основные задачи в большинстве случаев остаются не решенными. Разработка единой математической модели для автотранспортных предприятий невозможна, в силу их отличительных характеристик. Поэтому в дальнейших исследованиях необходимо учесть все существующие особенности и разработать универсальную концепцию, способную адаптироваться под конкретный дилерский центр.

Список литературы

1. Волгин В. В. Логистическая информационная система // Логистика, 2004. С. 5–6.
2. Терских В. М. Оптимизация и управления складом запасных частей на предприятиях обслуживающих и эксплуатирующих АТС : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10. Красноярск, 2016. 134 с.
3. Терских В. М., Катаргин В. Н., Пьяных А. А., Писаренко Н. Т. Оценка показателей эффективности управления складом автомобильного дилера // Вестник ИрГТУ. 2016. № 2. С. 115–123.
4. Katargin V. N., Terskikh V. M. Improving the efficiency of maintenance and repair on enterprises official dealers using the automated system inventory management // Politechniki Krakowskiej: Technical transaction (Mechanics). Cracow. 2012. Vol. 4, Issue 9. P. 181–185.

**Актуальные вопросы механизации,
технологии строительства
и строительных материалов**

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАПОЛНИТЕЛЕЙ ВАКУУМНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

А.М. Жжоных*

Научный руководитель Р.А. Назиров
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель А.С. Климов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Современный рынок предлагает достаточно широкий выбор теплоизоляционных материалов для ограждающих конструкций зданий, позволяющих значительно уменьшить теплопотери при их эксплуатации. При общемировой тенденции снижения энергопотребления зданиями наиболее перспективным представляется использование вакуумных изоляционных панелей (ВИП) [1–4]. В качестве основного компонента наполнения сердцевины таких панелей используют высокопористый материал – полидисперсный зернистый пирогенный диоксид кремния, получаемый пламенным гидролизом четыреххлористого кремния высокой чистоты, между шарообразными нанопористыми частицами которого реализуются практически точечные переходы. Это значительно снижает теплопроводность каркаса зернистой системы, а ее вакуумирование снижает конвективную составляющую теплопроводности. Однако пирогенный диоксид кремния имеет сложную технологию производства и высокую стоимость. Поэтому его замена, без значительного ухудшения эксплуатационных качеств, на микрокремнезем, который образуется как попутный продукт производства кристаллического кремния будет технологически обоснована. Таким образом, необходимо исследовать свойства применяемых порошков и изготовленных на их основе вакуумных панелей. С этой целью были проведены исследования строения и свойств микрокремнезёма, пирогенного диоксида кремния и изготовленных на их основе вакуумных панелей. В табл. 1, 2 и 3 приведены физико-технические свойства, гранулометрический и химический состав МК [5] и пирогенного SiO₂.

Таблица 1

Физико-технические свойства МК и пирогенного SiO₂

Материал	Плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, м ² /г	Влажность, %	Водородный показатель, (pH)
Микрокремнезём	280	34	3	6
Пирогенный SiO ₂	100	350	1,5	7,7

* © Жжоных А.М., 2019

Таблица 2

Гранулометрический состав МК и пирогенного SiO₂

Содержание по массе, %	Размер частиц, мкм менее							
	0,1	0,1...0,2	0,2...0,4	0,4...1,0	1,0...10	10...50	50...100	Более 100
Микрокремнезём	8,5	34,5	30,0	8,0	2,5	1,0	5,0	11,0
Пирогенный SiO ₂	-	-	-	-	100	-	-	-

Таблица 3

Химический анализ МК и пирогенного SiO₂

Соединение	Содержание соединений, мас. %							
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	Al ₂ O ₃	SO ₂	SiC
Микрокремнезём	90,0–94,0	1–3	0,7–1,4	0,2–0,4	0,1–0,5	0,7–1,5	до 0,09	до 3
Пирогенный SiO ₂	98	0,1	–	–	–	–	1,90	–

Рентгенофазовый анализ свидетельствует о том, что микрокремнезём и пирогенный SiO₂ преимущественно состоят из рентгеноаморфной фазы, о чём свидетельствует размытый пик в области 18θ...30θ. Кристаллическая фаза в образце микрокремнезёма практически отсутствует и представлена в незначительном количестве β-кварцем ($d = 0,425$; $d = 0,335$; $d = 0,245$; $d = 0,154$), карборундом ($d = 0,251$; $d = 0,154$) и графитом ($d = 0,335$) рис. 1.

Для каждого вида образца были получены кривые ДСК, ДТГ и ТГ в интервале температур 25–1 000 °С. Скорость нагрева составляла 10 °С/мин. Дери- ватографические исследования микрокремнезёма показали общую потерю массы пробы при нагреве до 1000 °С равную 11,84 %, в том числе до 220 °С – 8,5 %, от 220 до 1000 °С – 3,1 %. Потеря массы на первом этапе происходит за счёт удаление из образца свободной воды. На втором этапе происходит плавное уменьшение массы образцов без видимых физико-химических превращений. По кривым ТГ и ДТГ отмечается наличие воды ($t = 20–220$ °С).

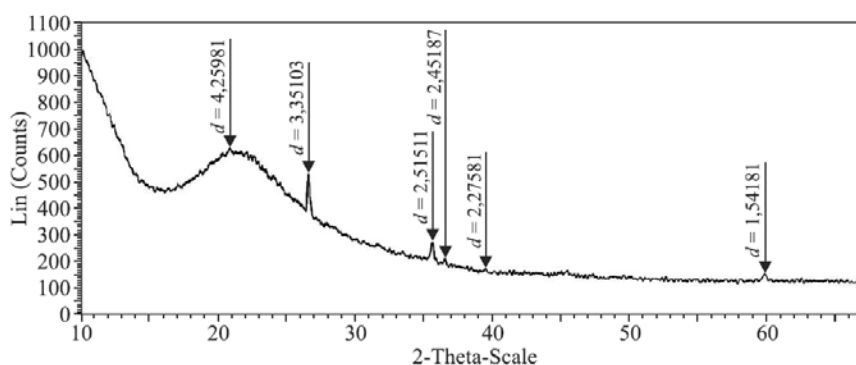


Рис. 1. Дифрактограмма микрокремнезёма

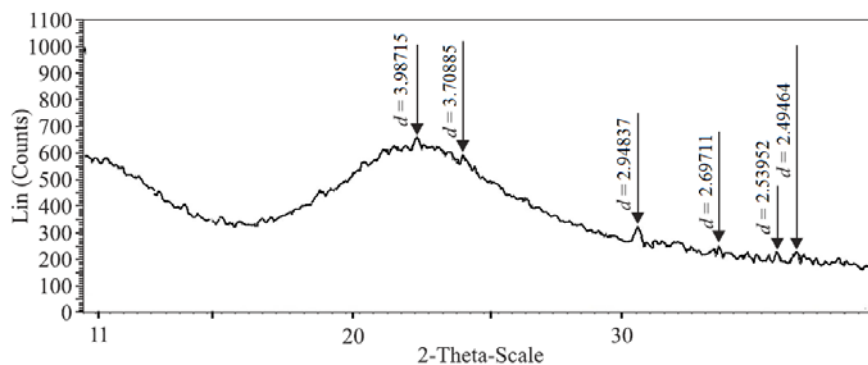


Рис. 2. Дифрактограмма синтетический SiO₂

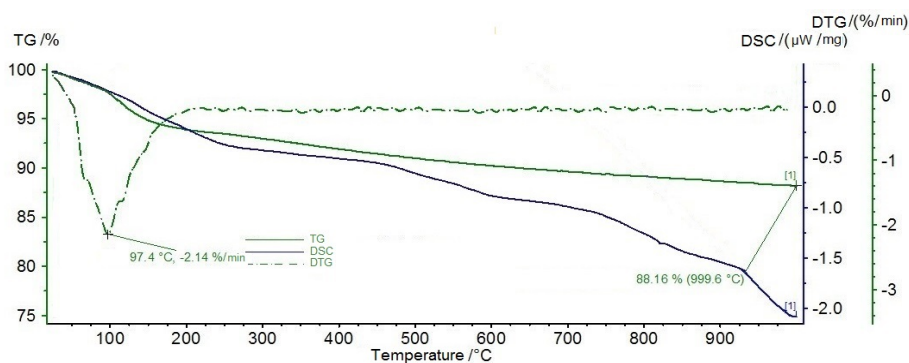


Рис. 3. Термограмма микрокремнезёма

Образец пирогенного SiO₂ при нагреве до 1000 °C теряет 9,98 % массы, в том числе до 220 °C – 4,2 %, от 220 до 1000 °C – 5,78 %. Термограммы представлены на рис. 3 и 4.

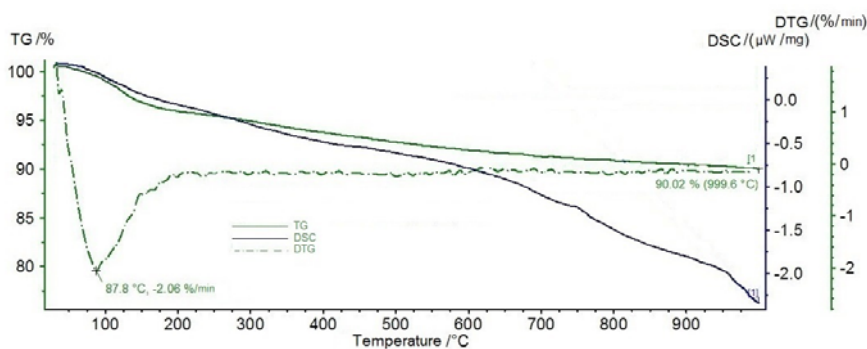


Рис. 4. Термограмма синтетического SiO₂

Исследование структуры поверхности частиц проведено методом электронной микроскопии при увеличении в 50 000 и 35 000 раз. На микрофотографии микрокремнезёма (рис. 3, слева) видны сферы SiO₂ различных размеров. Результатом такой укладки сферических частиц диоксида кремния будет наличие тетраэдрических и октаэдрических пустот различного размера: ~ 40...80 нм, 7...14 нм и 2...4 нм. Исследование микрофотографии синтетического диок-

сида кремния (рис. 5) показало, что размеры сферических частиц диоксида кремния заметно меньше 10 нм и могут изменяться от образца к образцу.

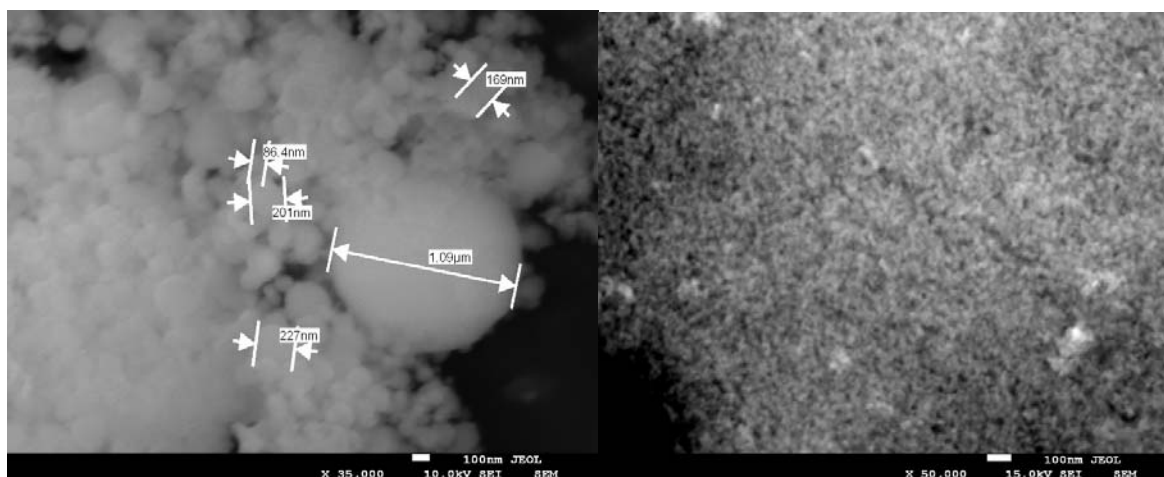


Рис. 5. Микрофотографии микрокремнезёма (слева) и пирогенного SiO₂ (справа)

Для исследования влияния наполнителя на основе микрокремнезёма и синтетического SiO₂ на свойства вакуумной теплоизоляционной панели были изготовлены опытные образцы. Свойства изготовленных панелей представлены в табл. 4.

Таблица 4

Свойства изготовленных вакуумных теплоизоляционных панелей

Показатели	Единица измерения	Значения	
		ВИП пирогенный SiO ₂	ВИП микрокремнезём
Теплопроводность	Вт/(м·К)	0,017	0,02
Плотность	кг/м ³	180–220	300–350
Горючесть		НГ	НГ

Вывод: сравнение химического и гранулометрического состава, топографии поверхности частиц микрокремнезема и частиц пирогенного SiO₂ позволяет сделать вывод: по гранулометрическому и химическому составу, топографии поверхности порошок микрокремнезема близок по свойствам к порошку пирогенного SiO₂, и пригоден для его замены при изготовлении вакуумных теплоизоляционных панелей.

Список литературы

1. Данилевский Л. Н. Вакуумная теплоизоляция и перспективы ее использования в строительстве // Архитектура и строительство. 2006. № 5. С. 114–117.
2. Жжоных А. М. Низковакуумные теплоизоляционные панели на основе отходов алюминиевого производства // Известия вузов. Строительство. 2018. № 7. С. 43–50.

3. Diefernbach N. Modernisierung von Zweifamilienhäusern auf unterschiedliche energetische Standards unter einatz von Großelementen mit Vakuumdämmung // 10 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover, 2006. С. 63–68.

4. Nazirov R. A., Inzhutov I. S., Zhzhonykh A. V., Novikov N. Low-vacuum Thermal Insulation Panels based on Silicon Dioxide Powders // MATEC Web of Conferences. 2019. № 260. URL: https://www.matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2019/09/matecconf_icpse2018_03001.pdf (дата обращения: 11.04.2019).

5. Патент Российской Федерации. Способ приготовления микрогранул комплексной добавки в цементные композиты. С. А. Белых, А. М. Фадеева, А. Ю. Мясникова [и др.]. 2005.04.12.

ВІМ-МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**В.В. Мальцев***Научный руководитель Р.Т. Емельянов
доктор технических наук, профессор*Сибирский федеральный университет*

В современном проектировании к качеству и полноте информации об объекте предъявляются самые строгие требования. Особенно критично и трудновыполнимо соответствие этим требованиям в сложных проектах реконструкции и модернизации зданий и сооружений – одной из основных проблем является получение актуальной информации о текущем состоянии объекта. Во-первых, требуется проведение архитектурных обмеров. Но обмеры сложного объекта могут не просто затянуться на долгие недели, растягивая проектный бюджет и сроки, но и быть неточными и неполными, если доступ к определённым частям объекта был затруднен. Во-вторых, создание комплекта чертежей, отражающих фактическое состояние конструкций – также длительный и трудоёмкий процесс, особенно, если будут производиться домеры и последующие перерасчеты. Да, у объекта может быть действующая проектная документация, но она обычно далека от реальности. Эти проблемы успешно решаются современными технологиями обмерных работ, которые позволяют не только автоматизировать процесс сбора информации об объекте, но и предоставлять выходные данные в электронном формате. И наиболее точным из таких инструментов является лазерное сканирование.

Лазерное сканирование – измерительная геодезическая технология, позволяющая создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его множеством точек (обычно несколько миллионов) с пространственными координатами. Технология основана на использовании лазерного сканера, измеряющего координаты точек поверхности объекта. Полученный набор точек называется «облаком точек» и впоследствии может быть представлен в виде трехмерной модели объекта, плоского чертежа, набора сечений, поверхности и т. д. для экспорта и работы в ВІМ-технологиях. Основные преимущества лазерного сканирования:

- точность и скорость работы сканера;
- высокий уровень детальности сканирования;
- отсутствие человеческого фактора;
- результат – трехмерная модель, пригодная для экспорта в САПР.

Основные области применения лазерного сканирования – изыскания перед проектированием, исполнительская съемка и мониторинг статуса строительно-монтажных работ (получение картины «что построено»).

С точки зрения технологии проект был реализован за три шага:

- 1) сканирование здания и получение облака точек;

* © Мальцев В.В., 2019

- 2) формирование модели существующих конструкций;
- 3) непосредственно проект реконструкции.

С 300 станций сканирования (позиций, на которые был установлен сканер) получено облако точек, а использование встроенной в сканеры фотокамеры позволило раскрасить каждую точку из облака в соответствующий объекту цвет. На обмеры традиционным способом (ручные измерения и ведение абриса) для такого объекта ушло бы не менее месяца.

Для обработки, геопривязки и «сшивки» данных со станций сканирования был использован программный комплекс Cyclone-REGISTER от Leica Geosystems. Дополнительно на этом этапе из полученного «облака точек» с помощью Leica TrueView была сформирована карта сферических панорам объекта. Она позволяет просматривать панорамы с любой станции сканирования, а также проводить замеры, оставлять аннотации и пр., что упрощает взаимодействие с заказчиком и командную работу в рамках проекта.

Полученное при помощи Cyclone-REGISTER «облако» было экспортировано в программный продукт Autodesk ReCap для дальнейшей обработки. Autodesk ReCap содержит множество настроек для управления «облаком» (удаление точек, подсвечивание, редактирование интенсивности цветового отображения и пр.) и позволяет добиться необходимого уровня детализации для построения BIM-модели.

На основе облака точек в Autodesk Revit была построена фактическая модель объекта. Для построения модели облегченное облако точек было загружено в Autodesk Revit. Для упрощения работы применялся плагин Leica CloudWorx for Revit, который ускоряет моделирование объекта за счет инструментов распознавания конструкций, работы с фрагментами «облака точек» при создании 2D- и 3D-чертежей и др. Благодаря ему было сэкономлено время на построение многих объектов. Также применяли построение конструкций, ориентируясь непосредственно на «облако» как на трехмерную подложку. Это наиболее простой и безотказный способ, хоть и более трудоемкий. Были построены обмерные чертежи всех фасадов здания, поэтажные планы, выполнены все необходимые разрезы по основным осям. Уникальной особенностью работы по «облаку» является отсутствие довыездов на объект и домеров. Все недостающие измерения проводились с помощью сферических панорам в Leica TrueView.

Для реконструкции в Autodesk Revit есть очень полезный инструмент «Стадии». Он позволяет задать в проекте ключевые этапы работ и привязывать к ним возведение и снос объектов. Таким образом, в одном файле формируется полноценная BIM-модель всех видов работ с точной документацией, спецификациями и пр. Все существующие объекты получают стадию возведения «Существующие», при необходимости демонтажа в свойствах указывается снос. Все возводимые объекты создаются на «Новой конструкции». Это дает возможность не только делать документацию на разные стадии, но и получать спецификации, трехмерные виды с любыми настройками отображения элементов.

Этот проект в очередной раз показал, что современные технологии могут ускорить процесс работы, одновременно избавив его от «традиционных» ошибок. Технология лазерного сканирования является мощным и очень точным измерительным инструментом, который максимально эффективен в сложных проектах реконструкции и модернизации. Общая длительность проекта составила три месяца.

1. Обмеры за 3 дня вместо месяца.
2. Обработка данных (сшивка облака и формирование модели) – 30 дней вместо трех месяцев.
3. Непосредственно проектирование – два месяца вместо четырёх.

Благодаря BIM-модели, полученной путем лазерного сканирования и обработки, можно производить реконструкцию и модернизацию с миллиметровой точностью. А использование новейших программных продуктов и методик работы позволило существенно увеличить производительность при ее создании. «Совместное использование лазерного сканирования и BIM-технологий – это не просто ускорение работы в несколько раз, это совершенно другой, качественно более высокий и эффективный уровень проектирования и взаимодействия всех участников проекта, это работа с точнейшими данными и информационной моделью любого уровня детализации».

На рисунке приведена 3D-модель здания, построенная в программе Autodesk Revit.

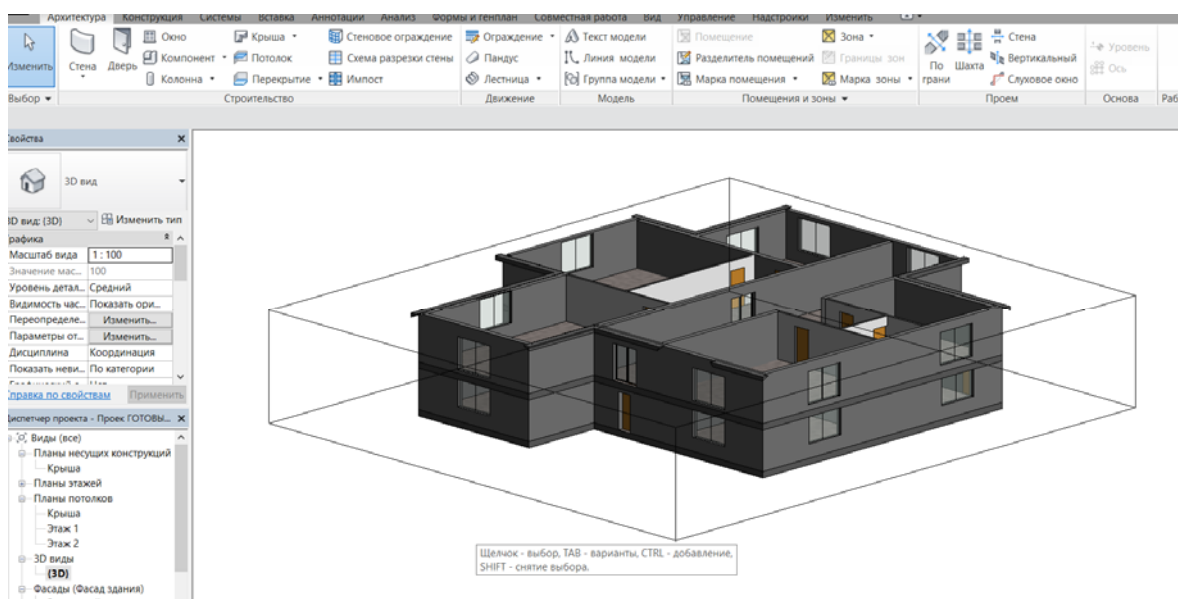


Рис. 3D-модель здания, построенная в программе Autodesk Revit

**ПРИМЕНЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ПЕРЕКРЫТИЯХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ
С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

М.Н. Фокин, В.Ю. Ровин*

Научный руководитель С.П. Амельчугов
доктор технических наук, старший научный сотрудник

Сибирский федеральный университет

В настоящее время при проектировании новых зданий и сооружений и при разработке проектов капитального ремонта или реконструкций уже существующих зданий и сооружений уделяется большое внимание обеспечению соответствия требованиям по пожарной безопасности. Каждый элемент конструкции должен соответствовать требованиям нормативно-технической документации по обеспечению несущей способности, целостности, теплоизолирующей способности, предельной величины теплового потока и дымогазопроницаемости. При этом существует большое количество решений по обеспечению соответствия данным требованиям, однако не все решения возможны к применению. Особенно важна данная тема при проведении реконструкции зданий, в рамках которой нецелесообразно проводить замену деревянных элементов межэтажных перекрытий на железобетонные с экономической и конструктивной точки зрения.

Одной из наиболее важных проблем является обеспечение соответствующих требований для скрытых конструкций – таких, как межэтажные перекрытия. Наиболее распространенным решением на данный момент является обработка элементов деревянных конструкций специальными химическими растворами, повышающими сопротивление при воздействии огня и высоких температур на несущую конструкцию, – антипиренами. Средний срок службы данных покрытий, согласно техническим характеристикам производителей, составляет 6 лет [1]. При этом нормативный срок эксплуатации деревянных перекрытий составляет 60 лет. Согласно требованиям п. 21 [2] периодичность обследования элементов конструкций, подвергшихся противопожарной обработке составляет не реже 1 раза в год. Отметим, что за 6 лет срока эксплуатации конструкция должна быть осмотрена 5 раз, затем обработка должна быть проведена повторно. Во время эксплуатационного периода жилого здания такие обследования проводить не представляется возможным ввиду различных факторов. Таким образом, требуется разработать решение, позволяющее обеспечить необходимый уровень противопожарной защиты.

При разработке решения по обеспечению соответствия конструкции требованиям по пожарной безопасности были учтены последние требования нормативно-технической документации в части пожарной безопасности. Ключе-

* © Фокин М.Н., Ровин В.Ю., 2019

вым фактором можно назвать соответствие несущих деревянных конструкций требованиям по максимально допустимому пределу огнестойкости. Технологические решения полностью соответствуют требованиям Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [3] с учетом которых рассматривались требования для зданий и сооружений II степени огнестойкости, согласно которым межэтажные перекрытия должны иметь предел огнестойкости не менее REI45.

Предлагаемое технологическое решение (рисунок) представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из пространственного деревянного клееного каркаса, ячейки которого заполняются базальтовыми минераловатными плитами плотностью не более 50 кг/м^3 на всю высоту балок во избежание образования воздушной прослойки для обеспечения невозможности распространения огня в толще конструкции. Для склеивания каркаса применяется специальный противопожарный двухкомпонентный клей, который при воздействии высоких температур и прямого воздействия пламени увеличивается в объемах, образуя между склеиваемыми слоями коксовую шапку, препятствующую дальнейшему распространению огня и воздействию на вышележащие слои конструкции. Поверх пространственного каркаса устраивается цементно-песчаная панель толщиной 12,5 мм с последующей гидроизолирующей обмазкой.

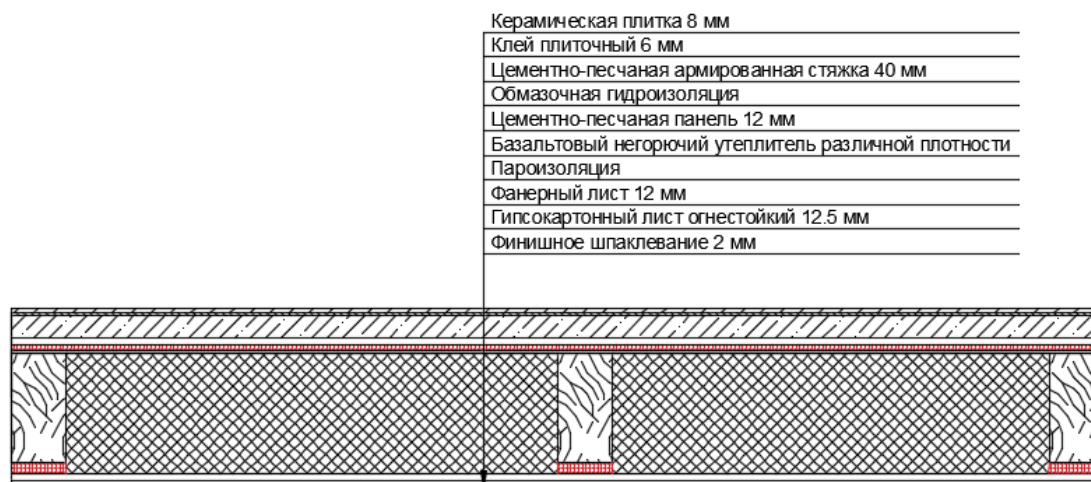


Рис. Технологическое решение плиты перекрытия

Для обеспечения возможности устройства финишного покрытия по типу керамической плитки предполагается устройство армированной цементно-песчаной стяжки с последующей укладкой финишного покрытия. Пирог потолочной части перекрытия составляют фанерные и гипсокартонные листы, прикрепляемые к пространственному каркасу конструкции с последующей финишной отделкой.

Предел огнестойкости REI45 обеспечивается при условии соответствия используемых отделочных материалов заявленным требованиям с обязательным подтверждением сертификатом соответствия.

Предложенное решение должно пройти обязательные пожарные и статические испытания для подтверждения соответствию требованиям противопожарной защиты согласно ГОСТ 30247.0–94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость» [4].

Список литературы

1. ГОСТ Р 53292–2009 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний».
2. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 07.03.2019) «О противопожарном режиме».
3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
4. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».

**Актуальные проблемы
в строительстве и архитектуре**

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ФОРМИРОВАНИЯ И ДИНАМИКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫСОЛОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ИНФИЛЬТРАЦИОННЫХ И ЭКСФИЛЬТРАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

О.А. Адыякова*

Научный руководитель О.З. Халимов
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

В настоящее время все большее внимание уделяется энергосбережению при эксплуатации зданий, в частности, определению и снижению теплопотерь через оболочку здания. Для этого по известным параметрам внутренней среды, наружного воздуха и элементов оболочки здания проводят теплотехнические расчеты ограждающих конструкций, кровли здания, а также и натурные измерения фактических теплопотерь при вводе здания в эксплуатацию, в процессе его эксплуатации, на стадии капитального ремонта [1].

Неотъемлемой частью вопроса об энергоэффективности являются нормативные документы, регламентирующие методы расчёта и допустимые величины основных параметров. Рассмотрение данных документов позволит выявить наиболее актуальные вопросы, а также выявить методики, корректировка которых на основе последних исследований может привести к более точной оценке энергоэффективности ограждающих конструкций [2].

Применяемый в настоящее время теплотехнический расчет ограждающих конструкций в РФ направлен на предотвращение трансмиссионных теплопотерь, но практически не касается, на должном уровне, такого вида теплопотерь, как потери тепла через инфильтрацию и эксфильтрацию.

Воздух, который проникает в холодный период года за счет инфильтрации, несет отрицательную тепловую нагрузку, что ведет к охлаждению помещения. Кроме того, с воздухом в помещение будет поступать и дополнительная влага, что является ухудшением параметров микроклимата.

В жилых и общественных зданиях инфильтрация происходит, в основном, через окна, балконные двери, наружные двери, открытые проемы, щели, стыки стеновых панелей, а также через пористую структуру многослойных ограждающих конструкций. Однако инфильтрация и эксфильтрация через стыки ограждающих конструкций трудно поддается учету, так как в основном зависят от качества выполнения строительных работ.

С целью выяснения истинной величины тепловых потерь через инфильтрацию и эксфильтрацию, а также причин больших тепловых потерь и ухудшения теплового режима, микроклимата помещений, было выполнено визуальное и инструментальное обследование малоэтажного здания лаборатории. Конст-

* © Адыякова О.А., 2019

рукция стены многослойная: керамзитобетонная панель (трехслойная), шлакополистиролбетон, облицовочный кирпич.

Молярный перенос воздуха через толщу наружного ограждения к внутренней поверхности имеет все признаки гидродинамического потока в пористых средах. Он возникает при давлении наружного воздуха, превышающем давление внутреннего [3].

В ходе проведения наблюдений фиксировались показания атмосферного давления, влажности воздуха в помещениях лаборатории, температура внутреннего и наружного воздуха, но одним из непредусмотренных результатов было выявление динамика увеличения площади распространения солевых выносов на наружной поверхности облицовочного кирпича.

Согласно [4] ни один из предоставленных вариантов источников образования высолов не подтвердился, следовательно выносы соли образовались вследствие иной причины.

На границе раздела положительных и отрицательных температур идет борьба между потоками теплого воздуха, насыщенного паром, из помещения (эксфильтрация (рис. 1)) и холодного потока с улицы (инфильтрация).

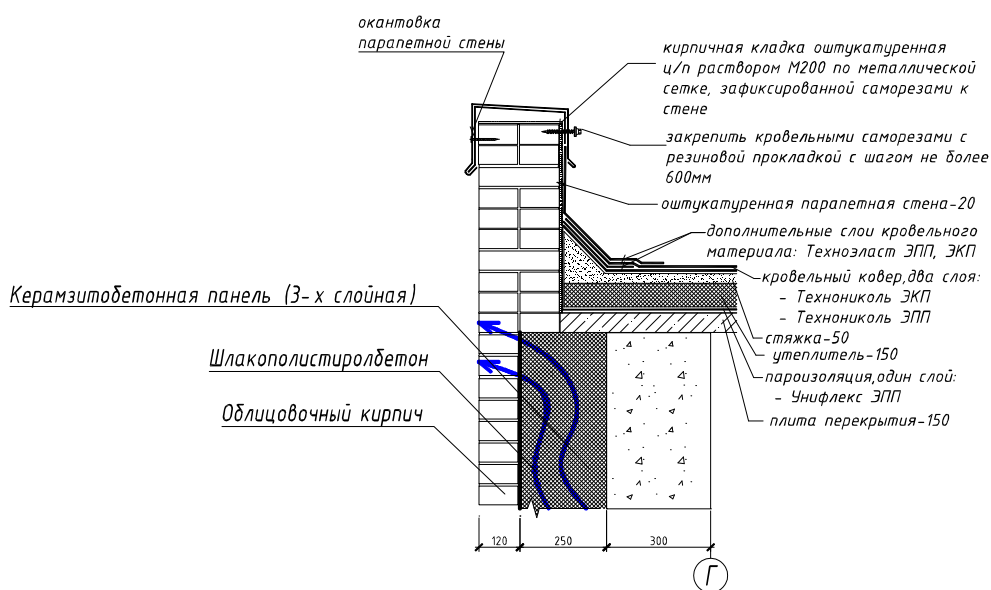


Рис. 1. Схема миграции теплого воздуха, насыщенного паром, внутри многослойной конструкции

В результате победы эксфильтрации над инфильтрацией между рядами кирпичной кладки были выявлены следы высолов рыхлой пористой структуры (рис. 2).

С целью исследования процессов тепломассопереноса в различных конструкциях было предложено продолжить вести мониторинг за образованием высолов на наружной облицовочной версте кирпичной кладки здания лаборатории (рис. 3).



Рис. 2. Образование высолов между рядами кирпичной кладки



Рис. 3. Мониторинг за высоломи
на поверхности облицовочного кирпича здания лаборатории

Отмечено, что интенсивный прогресс распространения высолов на стене кирпичного здания лаборатории происходит в период с октября по апрель, в противовес [5], который отмечал интенсивное образование высолов в весенне-летний период (май – август).

Список литературы

1. Окунев А. Ю., Левин Е. В., Шагинян К. С. Исследование теплопереноса в основании здания с неотапливаемым подвалом // Строительство и реконструкция. 2017. № 3(71). С. 75–81.
2. Мальцев А. В. Энергосберегающие ограждающие конструкции с использованием местных материалов при варьируемых параметрах теплопереноса: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Мальцев Алексей Викторович. Пенза, 2014. С. 169.

3. Королева Т. И., Аржаева Н. В. Исследование возможности конденсации водяного пара в толще многослойной конструкции наружного ограждения // Региональная архитектура и строительство. 2018. № 2 (35). С. 152–159.

4. Бессонов И. В., Баранов В. В. Причины появления и способы устранения высолов на кирпичных стенах зданий // Жилищное строительство. 2014. № 7. С. 39–43.

5. Инчик В. В. Высолы и солевая коррозия кирпичных стен: дис. ... д-ра техн. наук: 1:02-5/138-7 / Инчик Всеволод Владимирович. Санкт Петербург, 2000. С. 48.

АНАЛИЗ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ МАНСАРД

А.А. Арнгольд*

Научный руководитель О.З. Халимов
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

В последнее время, в связи с циклическим ростом цен на земельные участки, частное домостроение отдает свое предпочтение домам с несколькими этажами. Надстройка этажей обходится дешевле, чем покупка дополнительной площади земли, а для большей экономии и архитектурной выразительности здания, рациональнее всего надстройка именно мансардного этажа.

Применение мансардного этажа вместо полноценного имеет ряд преимуществ, как с архитектурной, так и с экономической точки зрения. Однако устройство мансарды – довольно сложное инженерное решение, требующее не только специальных материалов, но и знаний теплофизики и аэродинамики [1].

Процент домов с мансардным этажом, построенных в нашем регионе, по сравнению с европейской частью страны, очень мал. Главная причина этому – теплопотери, возникающие в связи с низким качеством утеплителя либо нарушением технологии его устройства.

Следовательно, при усовершенствовании применяемых конструктивных решений наружных ограждений происходит снижение трансмиссионных теплопотерь через оболочку здания на 29 %, а расход тепловой энергии на отопление помещений на 25 % [2].

В связи с этим было проведено обследование мансардного этажа эксплуатируемого частного дома, цель которого – выявление конструктивных и технологических недостатков с позиции теплосбережения.

Методика эксперимента состояла из пяти этапов.

I. Визуальный осмотр обследуемого узла здания на предмет выявления дефектов, таких как трещины и щели, строительный брак.

Последующее более тщательное инструментальное исследование при помощи тепловизора для выявления скрытых дефектов конструкции.

II. Локальное вскрытие участка наружной облицовочной версты в месте наиболее выраженных утечек тепла. Так же вскрытие кладки позволило определить состояние утеплителя и его эффективность с помощью тепловизионной съемки.

III. Тепловизионный мониторинг данного участка: проводилась фиксация показаний тепловизора до и после утепления, при разных погодных условиях.

IV. Тепловизионный мониторинг и анализ результатов при ветреной погоде, для выявления эффекта инфильтрации и эксфильтрации.

V. Анализ результатов и выводы по проведенному обследованию.

* © Арнгольд А.А., 2019

Предварительная тепловизионная съемка выявила, что наиболее сильные утечки тепла происходят в месте стыка угла наружных стен, ниже расположения бруса-мауэрлата (рис. 1).

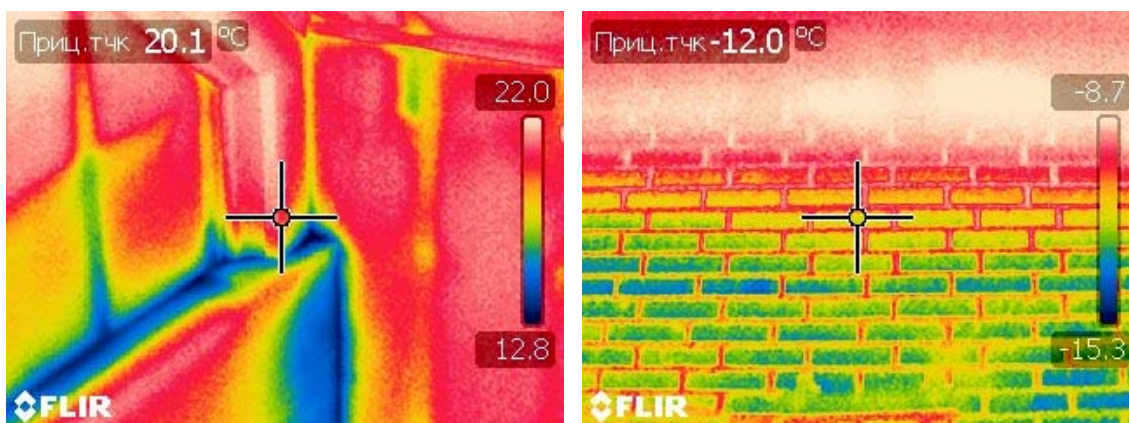


Рис. 1. Результаты первичной тепловизионной съемки

Вскрытие облицовочной версты выявило значительные дефекты в ограждающей конструкции стены: низкое качество кладки несущей стены, неоднородность, малая толщина и низкое качество утеплителя (рис. 2).



Рис. 2. Дефекты ограждающей конструкции

После удаления из кладки шести кирпичей и извлечения утеплителя, производилась повторная тепловизионная съемка данных мест снаружи и изнутри помещения, для определения разницы (в сторону увеличения) утечек тепла через образовавшуюся полость. Повторная тепловизионная съемка проводилась на следующий день при температуре наружного воздуха $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Разница температур наиболее холодной внутренней поверхности помещения, по сравнению с первоначальным показателем, составила $15,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. А разница в месте вскрытия, по сравнению с первоначальной температурой кладки, составила $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 3).

В ходе наблюдения выяснилось, что при извлечении утеплителя максимальная локализация температуры не была сосредоточена лишь в этом одном месте. А мониторинг во время ветреной погоды показал, что идет значительный

вынос тепла за счет «экономайзерного эффекта» [3]. Следовательно, можно сделать вывод, что эффективность данной ограждающей конструкции и утеплителя в частности крайне мала, так как дефекты самого теплоизолирующего материала и кладки стен способствуют распространению тепла из помещения.

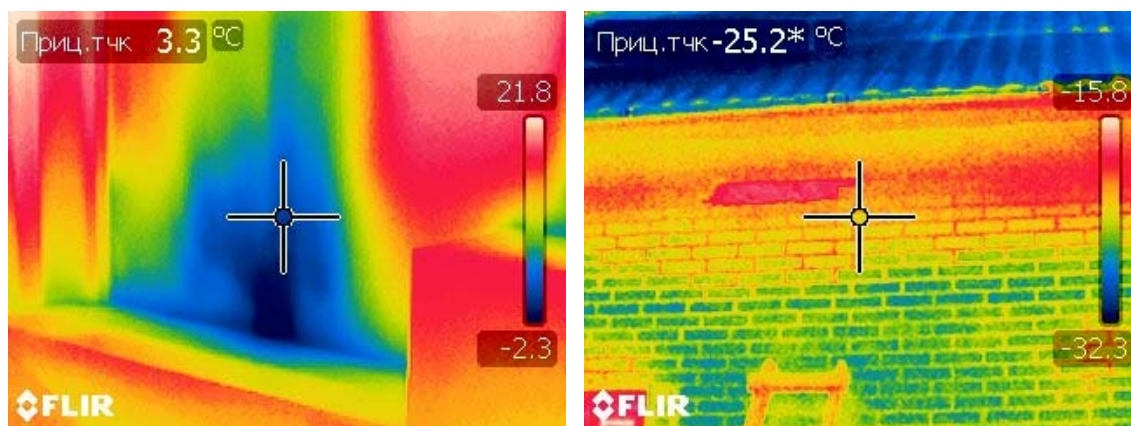


Рис. 3. Результаты тепловизионной съемки после извлечения утеплителя

При этом значения показаний тепловизора после утепления места вскрытия практически остались прежними, а показания тепловизора во время ветреной погоды лишь подтвердили факт процесса инфильтрации через ограждающие конструкции здания.

Вероятнее всего, проникновение холодного воздуха и последующее его распространение между кладкой основной стены и облицовочной верстой может происходить снизу сквозь имеющиеся у здания трещины в цокольной части.

Проведенный эксперимент показал, что лишь от количества слоёв теплозащиты качество теплоизоляции самого помещения не будет получено. Нарушение технологии устройства теплоизоляции влечет за собой не только последствия в виде низкой энергоэффективности здания, но и нарушение целостности самой ограждающей конструкции [4].

Список литературы

1. Самойлов В. С., Левадный В. С. Мансарды. Эркеры. Балконы. М. : Издательство «Аделант», 2006. 319 с.
2. Корниенко С. В. Оценка влияния краевых зон ограждающих конструкций на теплозащиту и энергоэффективность зданий // Инженерно-строительный журнал. 2011. № 8. С. 5–12.
3. Береговой А. М. Мальцев А. В. Дерина М. А. Гречишкин А. В. Эффект энергосбережения в помещении с естественной вентиляцией в условиях инфильтрации воздуха через наружную стену // Пермь, региональная архитектура и строительство № 3. 2013. С. 140–144.
4. Адам Ф. М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий : дис. ... канд. техн. наук. СПб. : СПбГАСУ, 2001. 154 с.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОЕ СОСТОЯНИЕ МНОГОСЛОЙНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

А.В. Воронова, А.А. Горбушин*

Научный руководитель И.И. Ибе
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

При наличии большого количества нормативных документов возникает очень много проблем при проектировании и строительстве домов. На всех этапах проектирования и жизненного цикла объектов допускаются ошибки [1].


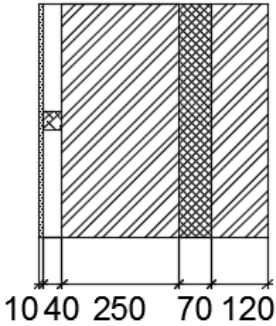
Для Хакасии является проблемой резко-континентальный климат, он характеризуется жарким летом и холодной зимой. Максимальная амплитуда колебаний температуры в отдельные годы превышает 80 °С (от –40 до +40). Согласно [2] за период 2018–2019 гг.: температура воздуха наиболее холодных суток, °С: в Абакане –42; в Шира –43; абсолютная максимальная температура воздуха теплого периода, °С: в Абакане +39; в Шира +36.

Для индивидуального жилого домостроения большую роль играет то, что люди проектируют и строят дома сами. Частные дома имеют свои печи, из-за некачественного утепления ограждающих конструкций возникают «перетопы» [3].

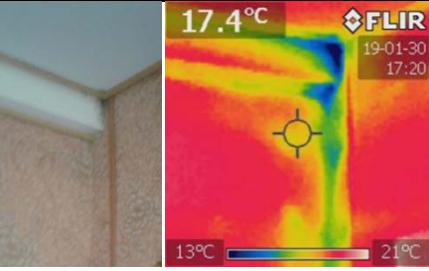
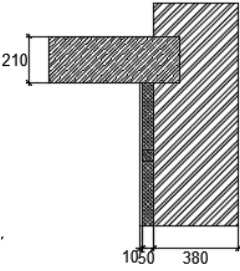

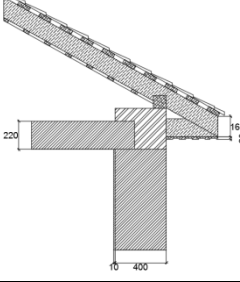
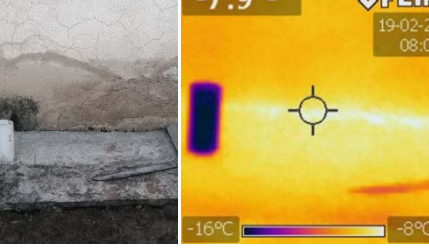
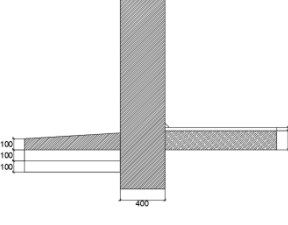
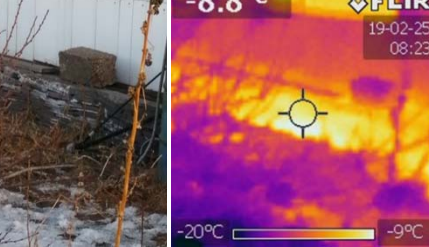
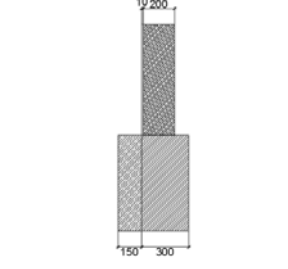

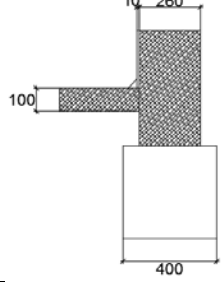

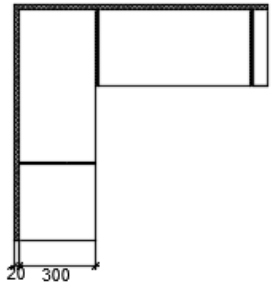
В настоящее время одним из современных методов получения достоверной информации о текущем состоянии ограждающих конструкций является тепловизионное обследование [4]. В зимний период были проведены теплотехнические съемки индивидуальных жилых домов Хакасии и юга Красноярского края (таблица). Выбирались дома с разными конструктивными решениями.

Таблица

Тепловизионная съемка

Объект	Фото	Чертеж	Описание
1			<p>Промерзание угла вследствие некачественного утепления стыков между стенами здания. Возникают мостики холода через неутепленные горизонтальные деревянные бруски для крепления гипсокартона</p>

* © Воронова А.В., Горбушин А.А., 2019

Объект	Фото	Чертеж	Описание
			Промерзание угла вследствие не утепленной деревянной балки перекрытия
2			Промерзание угла вследствие некачественного утепления между фундаментом и стеновыми панелями
			Потеря тепла вследствие некачественного утепления стыка стеновой панели и отмоски
3			Теплопотери через фундамент вследствие некачественного утепления
4			Промерзание вследствие некачественного утепления фундамента и оцилиндрованного бруса
			Возникновение мостика холода в углу вследствие некачественного утепления в месте стыков пеноблоков

Многие исследования по данной теме не закончены. Наш анализ показывает, как можно минимизировать рекомендации к проектированию.

Список литературы

1. Гагарин В. Г., Козлов В. В. О нормировании теплотерь через оболочку здания // Academia. Архитектура и строительство. 2010. № 3. С. 278–286.

2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменениями № 1, 2). Введ. 2013-01-01. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546>.

3. Халимов О. З., Халимова Н. М. К вопросу о типологии дефектов теплотерь через ограждающие конструкции индивидуальных зданий // Строительство и реконструкция. 2017. № 3. С. 94–100.

4. Оленников А. А., Осокин Е. В., Кирилов П. П. [и др.] Тепловизионная съемка для поиска скрытых дефектов в тепловой защите зданий // Вестн. 2015. № 4. С. 36–40.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

А.П. Кисельман*

Научный руководитель Г.Н. Шибеева
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Современному строительному сообществу с приходом компьютерных программных вычислений становятся доступны с каждым годом всё новые и новые возможности прогнозирования процессов теплопереноса в многослойных ограждающих конструкциях [1].

Температурный анализ обеспечивает возможность оценки температурного поведения всех элементов узла под действием источников тепла и излучения. Как правило, интерес представляют распределение температуры, температурного градиента, теплового потока и потерь тепла. Используя модуль стационарной и нестационарной теплопередачи Elcut, можно рассчитать тепловой переходный процесс с постоянными во времени граничными условиями [2].

Elcut может выполнять линейный и нелинейный стационарный температурный анализ в плоской и осесимметричной постановке. Формулировка задачи основывается на стационарном уравнении теплопроводности с граничными условиями радиационного и конвективного теплообмена.

Компьютерное моделирование и численный анализ процессов теплопереноса в Elcut позволяют избежать дорогостоящих и длительных натурных испытаний, ускоряют, дополняют и иллюстрируют процесс поведения теплового потока при проектировании многослойных ограждающих конструкций.

Для проверки точности данных результатов компьютерного расчёта, выполненного в программном комплексе Elcut, было проведено сравнение с результатами натурального комплексного (тепловизионного) обследования теплотехнического состояния ограждающих конструкций (наружных стен) двенадцатиэтажного жилого дома по пр. Ленина, 49 в г. Абакане. В качестве примера рассматривается наружная стена этого дома, представляющая собой трехслойную самонесущую конструкцию с эффективной теплоизоляцией из пенополистиролбетона:

- первый слой толщиной 120 мм – кирпичная кладка из силикатного кирпича;
- второй слой (теплоизоляционный) толщиной 340 мм – пенополистиролбетон;
- третий слой толщиной 120 мм – кирпичная кладка из керамического кирпича.

* © Кисельман А.П., 2019

Параметры внутреннего воздуха в помещении принимаются фактические, определенные при обследовании:

- температура воздуха внутри помещения $T_{in} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура наружного воздуха $T_{out} = -12 \text{ }^\circ\text{C}$;
- коэффициенты теплопередачи внутренней и наружной поверхности ограждающих конструкций соответственно: $8,7$ и $23 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ [3].

В результате тепловизионного обследования ограждающей конструкции получена термограмма наружной (рис. 1) поверхности трёхслойной ограждающей конструкции с теплоизоляционным слоем (пенополистиролбетоном) внутри.

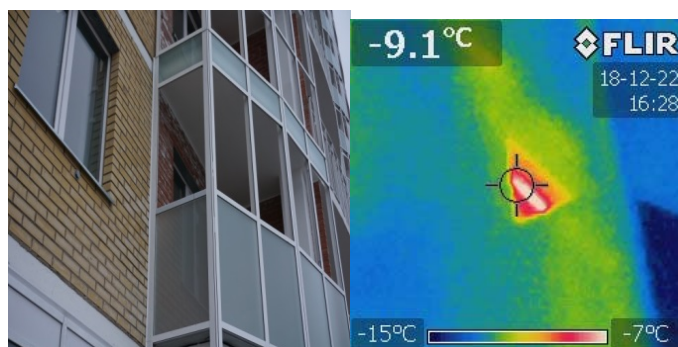


Рис. 1. Термограмма наружной поверхности стены

По результатам компьютерного моделирования температура наружной поверхности ограждающей конструкции (табл. 1, точка 3) равна $-9,38 \text{ }^\circ\text{C}$, что достаточно достоверно, с отклонением $0,28 \text{ }^\circ\text{C}$ от термограммы (рис. 1), соответствует фактической температуре.

Таблица 1

Результаты компьютерного моделирования температурных полей узла примыкания перекрытия к наружной стене с балконом в программном комплексе Elcut

Конструкция узла	Температурное поле	Температура $T, \text{ }^\circ\text{C}$

Окончание табл. 1

Позиция	Температура в точках узла, °С
1	+14,51
2	+14,82
3	-9,38
4	-9,02

Таблица 2

Расчётные характеристики материалов ограждающей конструкции

Позиция*	Слой, материал	Плотность материала, кг/м ³	Расчётный коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С) [3, приложение Т]
1	Кирпич силикатный пустотный на цементно-песчаном растворе	1600	0,58
2	Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	1800	0,70
3	Пенополистиролбетон	300	0,095
4	Стальная арматура	7850	58
5	Железобетон	2500	1,92
6	Цементно-песчаный раствор	1800	0,76
7	Мастика УМС-50	100	0,032
8	Монтажная пена	25-35	0,033
9	Вилатерм	25-50	0,035

Примечание. *Номер позиций смотреть совместно с табл. 1.

Расчёт произведён на всю площадь узла ограждающей конструкции с шагом дискретизации сетки 10 мм.

Температурное поле в сечении ограждающей конструкции, перпендикулярном тепловому потоку, построенное по результатам расчёта в программном комплексе Elcut, показано на рис. 2.

Проведённое сравнение результатов компьютерного моделирования и тепловизионной съёмки позволяют делать обобщённые выводы обоснованности принимаемых эффективных утеплителей, материалов при проектировании и технических решениях.

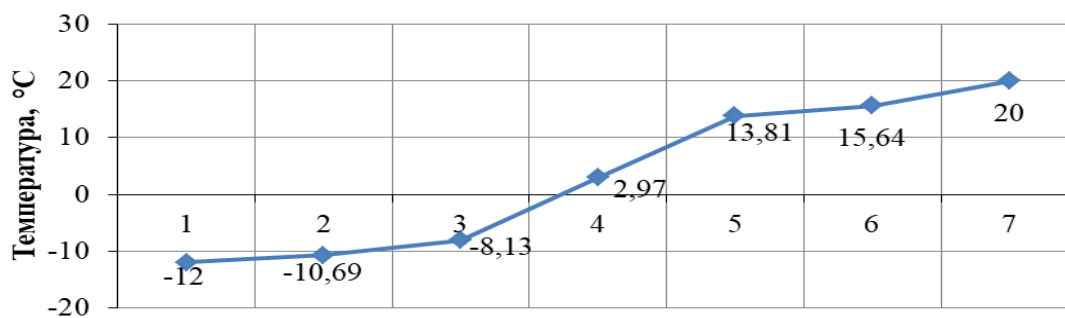


Рис. 2. Температурное поле в сечении ограждающей конструкции в программном режиме, где обозначения по оси X: точка 1 – температура наружного воздуха; точка 2 – температура на наружной поверхности ограждающей конструкции; точка 3 – температура в сечении первого слоя ограждающей конструкции; точка 4 – температура в сечении второго слоя ограждающей конструкции; точка 5 – температура в сечении третьего слоя ограждающей конструкции; точка 6 – температура на внутренней поверхности ограждающей конструкции; точка 7 – температура внутреннего воздуха в помещении

Список литературы

1. Шибеева Г. Н., Кисельман А. П., Потнягин Д. Г., Ибе Е. Е. Повышение теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий с заменой стальной арматуры на стеклокомпозитный материал в кирпичной стене // Перспективы науки. 2019. № 2 (113). С. 43–51.
2. Портнягин Д. Г. Повышение теплозащиты узлов ограждающих конструкций зданий с применением пеностеклокристаллического материала // Инженерно-строительный журнал. 2015. № 8. С. 56–67.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М. : Минрегион России, 2012.

3D-ПРИНТЕР ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОМА

А.С. Остапенко, Д.Ю. Тимченко*

Научный руководитель В.В. Платонов
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Аддитивная технология в строительстве домов пока находится в начальной стадии развития, носит экспериментальный характер и применяется в основном для возведения стен, фундамента. В качестве строительного материала выступает в основном сухая цементная смесь со специальными добавками, которые ускоряют процесс затвердевания. Есть примеры применения специальных бесцементных смесей на основе стекловолокна (Китай), которая не только удешевляет строительство, но повышает теплоизоляционные свойства дома.

Это направление в строительстве имеет большое будущее и в перспективе займет лидирующее положение, так как оно позволяет перейти к «цифровой безлюдной технологии» в строительстве от проектирования до конечного изготовления. Практически будет исключен человеческий фактор, а качество строения будет зависеть от технологии и оборудования.

Строительные 3D-принтеры – новый вид особых устройств, находится в начальной стадии развития, в промышленном масштабе пока не выпускаются. Конструктивно 3D-принтеры бывают аналогично кранам при строительстве порталного типа (козловые краны), башенного типа (башенные краны) и могут в виде роботов манипуляторов в машиностроении. С точки зрения автоматизации процесса управления робот работают в прямоугольной системе координат (портальные), в цилиндрической системе координат (башенные) и в сферической системе координат (роботы-манипуляторы).

Для строительства небольших домов и зданий (100–150 кв. м) нами спроектирован и в будущем будет изготовлен на базовом предприятии ООО «Инженерный центр по разработке технологии и модернизации оборудования» специальный мобильный робот (3D-принтер). Мобильный робот вместе с необходимым оборудованием перевозится транспортным средством на место строительства и устанавливается обычно в центре предлагаемого сооружения. Стандартное программное обеспечение мобильного робота (рис. 1) работает в цилиндрической системе координат, что позволяет использовать любую САМ-систему, например СПРУТ КАМ для получения программы обработки для конкретного сооружения. К базовому программному обеспечению нашего промышленного робота для получения конкретной рабочей программы дописывается следующие процедуры;

– динамическое изменение расхода рабочей смеси в зависимости от изменения рабочей подачи головки с соплом;

* © Остапенко А.С., Тимченко Д.Ю., 2019

– динамическая работа механизма уравнивания в зависимости от положения каретки на стреле, что повышает точность позиционирования в процессе печати.

С целью удешевления конструкции самого робота и уравнивания движущей каретки, в отличие от 3D-принтера APIS COR, наш имеет не телескопическую (выдвижную) конструкцию, а стационарную стреловидную с вращающейся платформой, которая перемещается по неподвижной башне. То есть механизм поворота расположен на стреле, а не на основании робота. Башня неподвижна, нет дополнительных инерционных нагрузок, что повышает точность позиционирования. Как и в строительном 3D-принтере APIS COR, для доставки на место строительства мы используем стандартную строительную технику, например грузовой автомобиль с краном-манипулятором с прицепной телегой, на которой расположены бетононасос с автоматической системой смешивания и подачи рабочей смеси и емкость для хранения сухой смеси. В дальнейшем возможно применение автоматической системы выравнивания башни крана по горизонту вместо ручной регулировки на каждой из четырех опор, расположенных в нижней части неподвижной башни. Для уменьшения прогиба стрелы при перемещении каретки от центра к периферии установлена специальная система тяг, которая вместе со стрелой образует кинематически замкнутый контур.

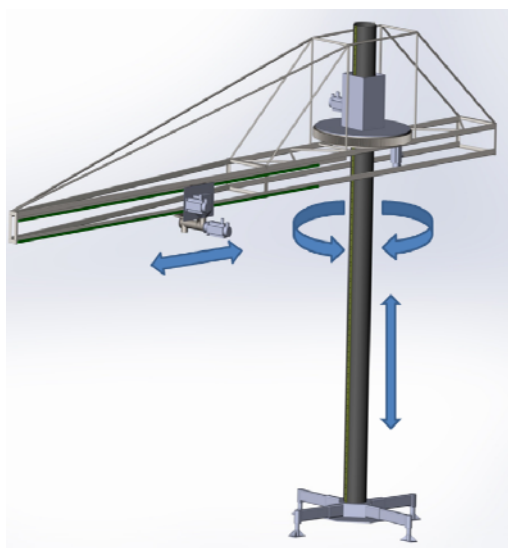


Рис. Строительный 3D-принтер

По стреле перемещается каретка, на которой находится механизм подачи рабочей смеси (экструдер), позволяющий регулировать расход в зависимости от рабочей скорости печати. Для повышения точности позиционирования в механизмах перемещения каретки и подъема стрелы применены шариковые линейные станочные модули HIWIN и сервоприводы с обратной связью по перемещению. В механизме поворота стрелы применено стандартное крановое устройство поворота с выбором углового зазора и сервопривод с обратной связью по углу поворота. Это позволяет повысить точность и жесткость углового по-

зиционирования, что необходимо для печати здания. Для динамического регулирования расхода смеси в зависимости от скорости рабочего движения в приводе шнека экструдера также применен сервопривод. Для уравнивания опрокидывающего момента при движении каретки по стреле применен динамический противовес с сервоприводом. В массу противовеса, кроме шкафа управления, входит промежуточный питатель с насосной системой подкачки по уровню заполнения рабочей смесью емкости питателя, позволяющий в конечном итоге вместе с экструдером на каретке динамически регулировать расход рабочей смеси в процессе печати. В качестве базового программного обеспечения используется продукт Artsoft mach3 – программа для управления ЧПУ-станков, установленная на морально устаревший компьютер (или специальный контроллер в виде дистанционного DSP-пульта с тем же программным продуктом).

По внутренней полости неподвижной башни подаются рабочая смесь и три фазы электрического питания и, возможно, в будущем сжатый воздух для закрытия/открытия сопла экструдера. На верхней части башни находится коллекторный механизм для передачи рабочей смеси, электропитания и сжатого воздуха с неподвижной башни на вращающуюся стрелу. Сжатый воздух необходим для продувки верхней до и нижней после питателя каналов подачи рабочей смеси после работы. Сам механизм продувки, расположенный на противовесе, управляется автоматикой станка посредством клапанов. Все силовые кабели, кабели управления и шланги подачи рабочей смеси уложены в кабель-каналы в специальной нише на стреле. В передней части стрелы укладывается кабель-канал, который формируется при движении каретки по стреле. В задней части стрелы укладывается кабель-канал, который формируется при подъеме/опускании стрелы по неподвижной башне.

В конечном итоге мы получаем обычный машиностроительный робот-манипулятор, работающий в цилиндрической системе координат, дополнительно оснащенный механизмом изменения расхода в зависимости от скорости печати и динамическим противовесом. Это позволяет нам практически комплексно автоматизировать процесс строительства малых зданий и сооружений от проектирования до изготовления, аналогично комплексной автоматизации (CAD/CAM – технологии) в машиностроении.

Список литературы

1. Абрамян С. Г., Илиев А. Б., Липатова С. И. Современные строительные аддитивные технологии. Часть 2 // Инженерный вестник Дона. 2018. № 1.
2. Ватин Н. И., Чумадова Л. И., Зыкова В. В. [и др.] 3D-печать в строительстве. Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. № 1(52).
3. Аддитивные технологии в строительстве / ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» Инженерно-строительный институт. Isi.sfu-kras.ru. URL:
<http://yandex.ru/clck/jsredir?bu=2cpl&from=yandex.ru%3Bsearch%2F%3Bweb%3B%3B&text=&etext=2059.ATpMaqqNOwa>.

ДИЗАЙН-ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ АЭРОВОКЗАЛА ГОРОДА АБАКАНА: «АЭРОПОРТ БУДУЩЕГО»

Г.А. Ситников*

Научный руководитель Г.Н. Шибеева
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

В настоящее время в Хакасии большое внимание уделяется развитию туристического бизнеса – одной из наиболее развивающихся и перспективных отраслей, несущей в себе огромный потенциал для российского рынка, способной приносить устойчивый доход и поэтому реконструкция аэровокзала города Абакана как основной транспортной артерии является основной стратегической задачей республики.

Представляю вашему вниманию дизайн-проект реконструкции аэровокзала города Абакана под названием «Аэропорт будущего», находящийся по адресу: г. Абакан, ул. Дружбы Народов, 59.

Цель проекта – создание высокотехнологичного, комфортного аэровокзала, внедрение самых современных разработок и технологий обслуживания пассажиров.

Проект реконструкции разработан по заказу АО «Аэропорт Абакан» на основании предоставленных технологических условий.

В результате реконструкции было полностью изменен южный блок без разрушения существующих конструктивных элементов и основных коммуникации, с учетом все нормативных требований. Выполнена пристройка и надстройка к северному блоку, а также настройка западной части операционной зоны. Учтены требования сейсмостойкости, устроены дополнительные сейсмические пояса. Также учтена просьба заказчика и спроектирован надземный переход, соединяющий административное здание и здание аэровокзала.

Определенный колорит в архитектурный облик объекта вносит использование эклектики, смешение архитектурных стилей, а также роспись фасадов в хакасской стилистике.

Основные параметры, которые претерпели изменение: увеличена пропускная способность здания с 400 до 800 ч/час, увеличилась площадь с 10 до 35 тыс. кв. м.

Здание рассчитано и для маломобильных групп населения. Проект предусматривает для людей с ограниченными возможностями беспрепятственный доступ во все основные операционные помещения.

Система снабжения комплекса теплом и светом претерпела существенные изменения. Теперь основная выработка электроэнергии приходится на солнечные фотоэлектрические панели, которые расположены на покрытии южного блока и над западной частью основного операционного зала. Подвальные по-

* © Ситников Г.А., 2019

мещения переоборудованы под хранилища и резервные источники, что позволяет зданию полностью автономным.

Отопление здания производится с помощью конвекторов и инфракрасных обогревателей, так как экстерьер здания включает в себя огромное количество навесных панорамных стен.

Впервые в российской практике в проекте предусмотрена установка телескопических трапов-лифтов. На сегодняшний день такие телетрапы применяются только в нескольких аэропортах США и имеют неплохие перспективы [2].

Инновации ждут и контрольно-пропускные пункты: технический прогресс устранил необходимость открывать каждую сумку и заставлять пассажиров проходить через металлоискатели. Проверять на наличие запрещенных материалов или жидкостей, спрятанных в одежде или багаже, будут лазерные молекулярные сканеры. Причем процесс сканирования начнет происходить уже за несколько метров до пункта пропуска, что позволит людям проходить быстрее через «рамки», не стоя в очереди в ожидании, когда перед ними проверят другого пассажира [1].

Разработана технология подачи багажа без использования мобильного транспорта. Его суть заключается в непосредственной подаче багажа с пункта автоматического приема в самолет.

Технологическая цепочка выглядит следующим образом: багаж по транспортной ленте опускается в подземный уровень и по специальному технологическому туннелю, проходящему под перроном доставляется в накопитель.

Накопитель представляет собой квадратную металлическую площадку с размерами 10 × 10 м. После того как весь багаж был доставлен в накопитель, площадка начинает подниматься на уровень багажного отсека, где персонал укладывает багаж. В будущем этот процесс станет полностью автоматизирован.

Обратная цепочка движения багажа подобная, единственное отличие в том, что с самолета сумки доставляются в зону выдачи багажа.

Проделана огромная работа по автоматизации технологического обслуживания пассажиров с целью улучшения комфортабельности и сокращения времени обслуживания и количества персонала аэровокзала. Как же система будет работать? Пассажир заранее при покупке билета выбирает услуги, которые ему необходимы, если он пребывает в аэропорт за несколько часов до вылета, либо же он сразу проходит на посадку. Новая система убирает границы зон технологического обслуживания, остается только одна зона таможенного контроля. То есть человек согласно своей программе может спокойно перемещаться по аэровокзалу.

Итак, вы прибыли в аэровокзал, первым делом проходите сканирование и попадаете в зону регистрации, в которой расположены электронные терминалы. В терминале производите идентификацию с применением биометрического маркера, на котором указаны данные о полете. Не стоит переживать о потере персональных данных, так как основу такого супермаркера составят биометрические идентификаторы, уникальные для каждого человека [1]. После того как

прошли идентификацию, и программа услуг активировалась, вы можете беспрепятственно ходить по желаемым зонам.

Помимо этого, в зоне регистрации будут стоять хостес, готовые встретить и провести до необходимого места.

Считаю, что реализация проекта реконструкции аэровокзала города Абакана значительно повысит статус региона, а его инновационность и технологичность, повысят комфорт отдыха и послужат толчком развития аэровокзалов будущего по всему миру.

Мной представлен проект и предложено порядка пяти инновационных идей. Конечно, это не окончательный результат. В ближайшее время собираюсь продолжить работу над его совершенствованием. Дальнейшие цели: поиск и изучение новых технологий обслуживания пассажиров; создание дизайн-проекта привокзальной площади и всей прилегающей территории аэропорта; социологические опросы жителей республики Хакасия. Все это позволит сократить расходы, сделать архитектурный облик аэровокзала более выразительным, обслуживание пассажиров более комфортным, ведь любое авиапутешествие начинается с аэровокзала.

Список литературы

1. Аэропорты будущего: биометрические билеты и молекулярные сканеры [Электронный ресурс] // Ассоциация туроператоров. URL: <https://www.atorus.ru/news/press-centre/new/37660.html>.

2. Всё о телетрапах: прошлое, настоящее, будущее. Часть 3 [Электронный ресурс] // Сайт для продвинутых авиапассажиров. URL: https://www.frequentflyers.ru/2018/07/09/teletrap_3_future.

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ

Ю.В. Соловьева*

Научный руководитель Г.Н. Шibaева
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Дерево является древнейшим конструкционным материалом. Как строительный материал, обладающий многими ценными качествами (высокой механической прочностью, низкой теплопроводностью, небольшими объемным весом, однородностью, деформативностью и др.), древесина и по сей день остается востребованной во многих отраслях промышленности: в домостроении – для строительства гражданских, производственных, сельскохозяйственных, животноводческих, складских и прочих зданий и сооружений [1].

Как показывает практика, деревянные дома обладают достаточно высокой сейсмостойкостью. Деревянные здания в сейсмических районах допускается проектировать каркасными панельными, брусчатыми и бревенчатыми. Согласно СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах», если дом состоит из несущих элементов, материалом которых являются деревянные бревенчатые стены, брусчатые или щитовые, то в зоне 7,8 баллов должны строиться дома высотой не более 8 м (или 2 этажа), а при 9 баллах – не более 4 м (1 этаж). В случае если по функциональным требованиям возникает необходимость повышения этажности проектируемого здания сверх указанной, следует применять специальные системы сейсмозащиты (сейсмоизоляция, демпфирование и т. п.) для снижения сейсмических нагрузок.

Помимо данных требований по сейсмоустойчивости, нужно чтобы деревянные конструкции не имели дефектов.

Дефекты деревянных конструкций могут делиться на несколько факторов:

- 1) некачественная древесина (пороки древесины);
- 2) некачественное изготовление деревянных конструкций;
- 3) ошибки при проектировании;
- 4) несоблюдение проекта и правил производства работ;
- 5) нарушение правил эксплуатации зданий.

Во-первых, согласно ГОСТ 2140–81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения» пороки древесины делятся на такие группы, как сучки, трещины, пороки формы ствола, пороки строения древесины, химические окраски, грибные поражения, биологические повреждения, инородные включения, механические повреждения и пороки обработки, покоробленности. Данные пороки влияют на прочность деревянных конструкций.

* © Соловьева Ю.В., 2019

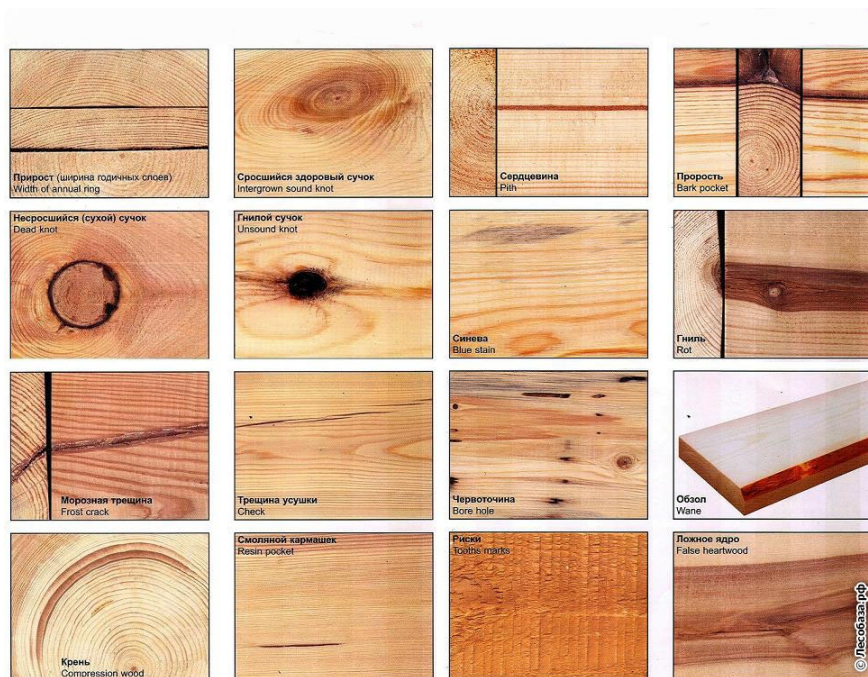


Рис. 1. Пороки древесины

Второй фактор дефектов деревянных конструкций можно расшифровать как, например, использование сырой древесины, использование зараженной древесины; применение не антисептированной древесины; использование древесины непроектных сечений и сортов; низкое качество клеевых соединений.

Примером третьего фактора может служить неправильный расчет, в последствии который может привести к прогибам и изломам изгибаемых элементов, а также к разрушению всей конструкции.

Расшифровкой четвертого фактора являются, например, зазоры в соединении стенового бруса. Такие зазоры в дальнейшем влияют на воздухопроницаемость стен здания при эксплуатации и снижают параметры энергоэффективности [2].



Рис. 2. Зазоры в соединении бруса

Например, пятым фактором дефектов деревянных конструкций является загнивание древесины и снижение прочности деревянных конструкций; разрушение древесины жуками снижение прочности; нарушение связи составных сечений (болтовых, нагельных, клеевых).



Рис. 3. Загнивание древесины

Если исключить все данные факторы, с большей вероятностью здание и сооружение выдержит сейсмическую активность.

Список литературы

1. Белаш Т. А., Иванова Ж. В. Деревянные конструкции в сейсмостойком строительстве зданий и сооружений (отечественный и зарубежный опыт) // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. 2015. № 3. С. 57–60.
2. ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения». М. : Стандартинформ, 2006. 118 с.
3. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*». М. : Стандартинформ, 2018. 115 с.
4. Кирютина Е. С. Актуальные разработки системы контроля качества деревянных конструкций строящихся зданий // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 2. С. 48–52.
5. Иванова Ж. В. Обеспечение надежности и безопасности деревянных зданий, применяемых для строительства в сейсмоактивных районах // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2005.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БЕТОННОГО ЛОМА

А.В. Шнайдер, А.В. Димакова, Д.С. Денисевич*

Научный руководитель Е.Е. Ибе
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Переработка строительных отходов является важной проблемой не только в России, но и во всем мире. Подсчитано, что на современном уровне развития технологии 9 % исходного сырья в конечном итоге уходит в отходы. Рациональное использование производственных и бытовых отходов становится критически важным [4]. В то время как некондиционная продукция промышленности сборного железобетона может быть частично использована в менее ответственных зданиях и сооружениях пониженной этажности, но основной объем отходов остается на предприятиях-изготовителях. При вывозе этих отходов на свалки появляются проблемы с дефицитом территории, выделенных для утилизации, непроизводительной загрузкой автотранспорта и загрязненностью окружающей среды. Еще в 1964 г. советским ученым П. И. Глужге были опубликованы первые разработки по использованию бетонного лома в качестве заполнителя [1, 2]. В своей работе он отметил, что дробленый заполнитель характеризуется более низкой плотностью по сравнению с плотностью природных заполнителей, а бетон на его основе имеет более низкую прочность на сжатие [1].

В настоящее время в промышленно развитых странах заметно повысился интерес к повторному использованию бетонного лома в строительном производстве [5]. В результате переработки отходов железобетона получают фракционированный заполнитель для бетона по технологии, аналогичной к той, которую применяют при переработке плотных горных пород при производстве щебня для строительных работ. Энергозатраты при получении щебня из бетона в восемь раз ниже, чем при добыче природного щебня, а себестоимость бетона, приготовленного на вторичном щебне, снижается приблизительно на 25 % [2].

Основной задачей при разрушении железобетонных изделий является полное отделение арматуры от бетона с целью использования арматуры для переплавки, а щебня и цементного камня – для повторного использования. Актуальность проблемы утилизации появляющихся в результате разборки и реконструкции железобетонных изделий сомнений не вызывает. Например, в США и Японии объем перерабатываемого бетонного лома достигает 90 %, а в России это цифра значительно меньше, всего 5 %.

* © Шнайдер А.В., Димакова А.В., Денисевич Д.С., 2019

Таблица 1

**Основная физико-механическая характеристика щебня,
получаемого из дробленого бетона [2]**

Плотность, кг/м ³	2 150–2 450
Фактор дробимости, %	0,7–0,79
Содержание влажности, %	3–6
Водопоглощение, %	4–5
Потери при прокаливании, %	5

Первый замес был сделан 03.04.2019 на V = 5 л, бетон класса В15. Эталон – мелкозернистый бетон, фракция щебня (бетонолома) 5–40 мм. Заформовано 6 кубиков, 3 балочки. Основные характеристики материалов, на основе которых была проведена формовка бетона на основе вторичного бетонного лома в лабораторных условиях, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные характеристики материалов для первого замеса

Бетон В15				
Расход материалов на 1 м ³ бетона, кг				
Цемент	Песок	Щебень	Вода	В/Ц
240	156	1 855	180	0,75
Расход материалов на 5 л, кг				
Цемент	Песок	Щебень	Вода	В/Ц
1,20	0,78	9,28	0,90	0,75
Расход материалов на 8 л, кг				
Цемент	Песок	Щебень	Вода	В/Ц
1,92	1,25	14,84	1,44	0,75

Второй замес произведен 04.04.2019 на основе бетонного лома с добавлением микрокремнезема, класс бетона В25. Сделано 6 кубиков, 3 балочки.

Таблица 3

**Основные характеристики второго замеса. Бетона В25
с добавлением микрокремнезема**

№ п/п	Нсж, кгс	Rсж, Мпа	
1		35 625	33,8
2		35 375	33,6
3		37 250	35,4
4		32 500	30,9
5		33 250	31,6
Rсж, ср, Мпа		33,1	

На графике (рисунок) представлены результаты испытаний, которые показывают, что у образцов первого состава с бетонным ломом различной прочности показатель прочности при сжатии практически одинаков. Поэтому можно сделать вывод, что прочность бетонного лома не оказывает существенного влияния на прочность бетона. Это может быть связано с наличием больших пор у образцов, так как образцы, в составе которых было большее содержание цемента, имеют больший показатель прочности. Таким образом, прочное оцепление слоев цементного камня с заполнителем является причиной повышения прочности бетона.

Образцы из жесткой смеси имеют наибольший показатель прочности, чем образцы из подвижной смеси.

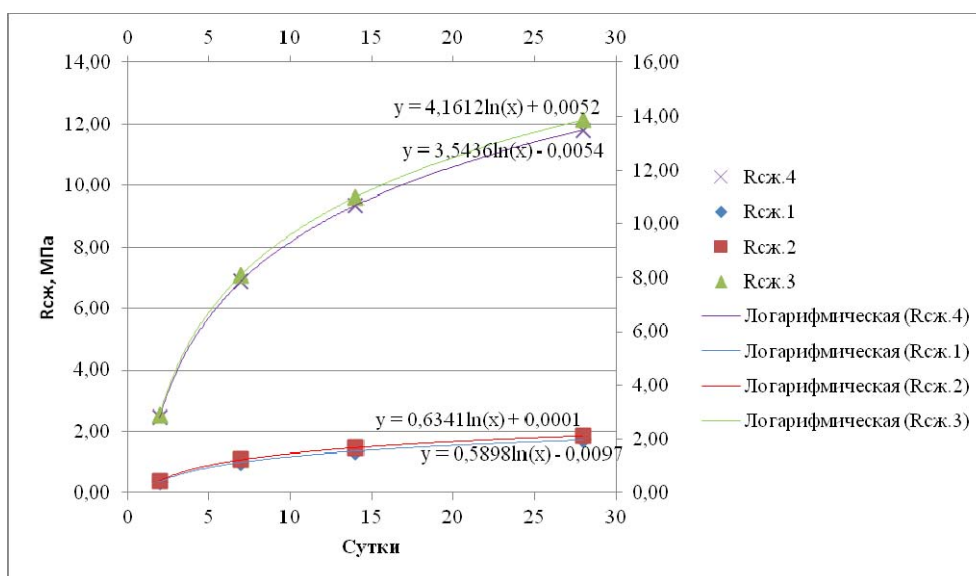


Рис. Результаты испытаний

На основании анализа накопленного отечественного и зарубежного опыта можно сделать вывод, что вторичный щебень рекомендуется использовать при устройстве подстилающего слоя подъездных и малонапряженных дорог, фундаментов под складские, производственные помещения и небольшие механизмы; устройстве основания или покрытия пешеходных дорожек, автостоянок, аллей [2].

Наше дальнейшее направление исследований будет направлено:

- оптимизацию составов для пропарочной и беспропарочной технологии изделий;
- исследование свойств изделий, полученного методом контактного твердения.

Список литературы

1. Глузге П. И. Заполнители из разрушенного бетона // Труды научно-технических институтов. Гидротехническое строительство. С. 27–28.

2. Гусев Б. В., Загурский В. А. Вторичное использование бетона. М. : Стройиздат, 1988. 97 с.

3. Кириллова А. Е., Рязанова В. А. Возможности использования Спранг-систем в республике Башкортостан // Проблемы строительного комплекса России : материалы XX Международной научно-технической конференции. 2016. С. 33–34.

4. Рязанов А. Н., Рязанова В. А., Винниченко В. И. Технология и свойства гидравлических вяжущих низкотемпературного обжига из двухкомпонентной шихты // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения : материалы Международных академических чтений. Курский государственный университет. 2015. С. 95–102.

5. Рязанова В. А. Одномерные и двумерные задачи процессов сульфатной коррозии для неполностью водонасыщенных бетонов // Башкирский химический журнал. 2017. Т. 24, № 3. С. 58–63.

Вычислительная техника и информационные сети и системы

STRUCTURAL METHOD FOR REDUCING THE RANDOM INACCURACY OF ADC COMPONENTS

E.S. Byvshev, A.A. Sirotinin*

Scientific supervisor V.G. Seredkin

Doctor of Science, Assistant Professor

Scientific supervisor A.P. Yablonsky, Assistant

Siberian Federal University

Introduction

Modern advances in microelectronics allow both analog and digital components to be implemented on a single chip [1, 2, 6, 7]. This is a prerequisite for creating single-chip ADC structures with complete symmetry of the analog-to-digital conversion path of the relative common line. In [3], the role of the principle of symmetry is described when creating measurement circuits that are resistant to interference. Nowadays, measuring transducers with differential inputs are used as symmetrical circuits. Also, dual elements made on a single chip are used for the manufacture of operational amplifiers, the high consistency of the functioning of paired structures makes it possible to reduce the influence of noise and drifts [1]. However, the load of such converters is asymmetrical relative to the common line and the effect of full compensation is not achieved. The solution can be found when using the second measuring path.

Suggested solution

Full structural symmetry of the analog-to-digital conversion path is provided by adding a second path, which is performed on the same chip as the first one. Since the crystal is small in size, the main external disturbances, including temperature and time drifts, are applied in phase to the inputs of the threshold elements (TE).

The ADC model with symmetrical paths is shown in Fig. 1. The summing nodes included in this scheme (indicated by circles with sectors) are assumed to be ideal: their output voltage is equal to the sum of the input voltages taken with the appropriate sign (plus if the sector is not blackened, and minus if the sector is painted over). Similarly, scaling links are assumed to be ideal – KSU1 and KSU2, (indicated by triangles). Their input and output resistances, like those of summing links, are infinite and zero, respectively. All voltages in the circuit are measured relative to the common wire – ground. Common to the DAC of both paths is the reference voltage (U_{op}). The amplitudes of the integral disturbance caused by the pickup on the input circuits, the beats on the power supply circuits, the temperature and time drift, and other factors applied to the inputs of the threshold elements will differ by the value of $1 - \rho[\xi, \eta]$. Here $\rho[\xi, \eta]$ – integral correlation coefficient, the value of which is determined by the degree of identity of the consistency of the dual components of the

* © Byvshev E.S., Sirotinin A.A., 2019

ADC. The range of identity of the parameters of the components within the crystal is from 80 to 95 %, and for elements located close (from a micron unit), even higher [1].

Most of the voltage integrated noise is applied to the inputs of both TE. If one path is used as the main one (with an input voltage), and the second one is used as the reference path (for example, a reference zero potential is supplied to it), it is possible to compensate for the effect of the integral disturbance. To do this, subtract the reference code from the reference code of the main path. The control unit (CU) performs the functions of controlling the analog-to-digital conversion process, where N_i is a single path reference.

The ADC threshold elements are gated with the δ_{ij} signal simultaneously in each of the paths. The aperture uncertainty of the threshold elements with a latch is hundreds of picoseconds – units of nanoseconds [4], so the frequency range of the compensated interference is wide, which also makes it possible to compensate for high-frequency impulse noise.

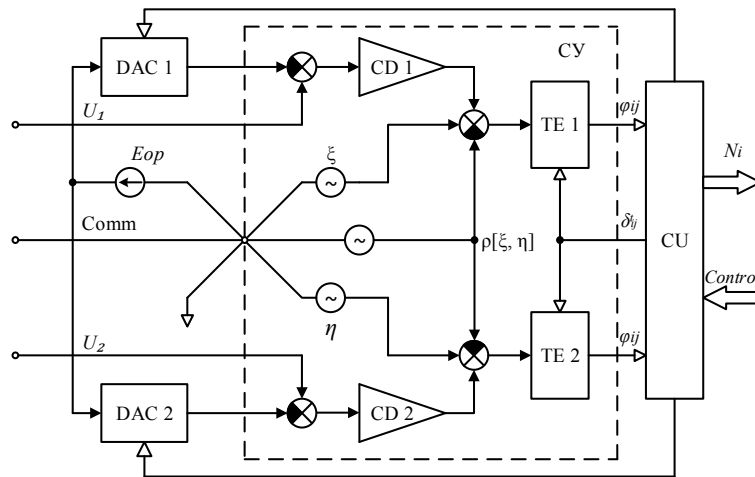


Fig. 1. Model with symmetric consistent paths

Proof of effectiveness

For the proposed method of compensation for random error in the structures of transducers with two paths, the random error affects the inputs of the threshold element of each path.

The random variables causing this error in each path are ξ and η . Spread of values ξ and η near their mathematical expectations is characterized by variances $D[\xi]$ and $D[\eta]$. Dispersion $D[\xi]$ can be represented as the following expression [5]:

$$D[\xi] = M[\xi^2] - (M[\xi])^2.$$

Therefore:

$$D[\xi - \eta] = D[\xi] + D[\eta] - 2(M[\xi \cdot \eta] - M[\xi] \cdot M[\eta]). \quad (1)$$

The last term in expression (1) is the double value of the covariance of random variables ξ and η :

$$\text{cov}[\xi, \eta] = M[\xi, \eta] - M[\xi] \cdot M[\eta]. \quad (2)$$

In view of (2), we can write

$$D[\xi - \eta] = D[\xi] + D[\eta] - 2 \text{cov}[\xi, \eta] \quad (3)$$

Dividing expression (3) by $\sqrt{D[\xi] \cdot D[\eta]}$ and considering $\rho[\xi, \eta] = \frac{\text{cov}[\xi, \eta]}{\sqrt{D[\xi] \cdot D[\eta]}}$:

$$\frac{D[\xi - \eta]}{\sqrt{D[\xi] \cdot D[\eta]}} = \frac{D[\xi] + D[\eta]}{\sqrt{D[\xi] \cdot D[\eta]}} - \frac{2 \text{cov}[\xi, \eta]}{\sqrt{D[\xi] \cdot D[\eta]}}.$$

We will get

$$M = \frac{D[\xi^*]}{D[\xi - \eta]} = \frac{1}{2(1 - \rho[\xi, \eta])} \quad (4)$$

Expression (4) represents the functional dependence of the ratio of the voltage dispersion of the threshold of a comparison device of one path to the dispersion of the voltage difference between the thresholds of the first and second paths. It can serve as a measure of the effectiveness of the proposed method of compensation for random error. The application of the method will be effective if $M > 1$. At the same time $\rho[\xi, \eta]$ must exceed the value of 0.5.

Conclusion

A method based on the use of the identity of the main characteristics of ADC crystals is proposed. It is applicable to compensate for the components of instrumental error. This method involves the introduction of hardware redundancy in the architecture of promising ADCs, which differs from the well-known architectures with an input differential amplifier. However, this allows for complete balancing of the entire analog-to-digital conversion path by introducing a second DAC, identical in characteristics to the first. Thus, in the analog-to-digital conversion path, compensation of random components of the ADC error occurring in the DAC nodes, comparing devices and input circuits of the converter, is performed.

References

1. Carter B., Manchini R. Operational Amplifiers for everyone // Translate from English Rabodzey M. : Dodeka XXI, 2011. 510 p.

2. Topilsky V. B. Circuitry analog-to-digital converters. M. : TECHNOSPHERE, 2014. 288 p.
3. Henry W. Ott. Electromagnetic Compatibility Engineering. Rev., exp. and upd. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2009. 862 p.
4. Kester W. Analog-digital conversion // Trans. from English; E. Volodin. M. : Technosphere, 2007. 1016 p.
5. Pugachev V. S. Theory of Probability and Mathematical Statistics. M. : KnoRus, 2017. 497 p.
6. Nepomnyashchy O. V., Shaidurov V. V., Legalov A. I., Ryzhenko I. N. Technology of architecture-independent, high-level synthesis of super-large integrated circuits // Reports of the Academy of Sciences of the Russian Federation. Novosibirsk, NSTU – 2014. T. 57. No. 3. P. 35–39.
7. Nepomnyashchy O. V., Sirotinina N. Yu., Mambetaliev N. A., Goreva V. V., Latyshonok N. A. Method of self-adaptive control of embedded systems of responsible use // Devices and systems. Management, monitoring, diagnostics. M. : Nauchtekhizdat, 2017. No. 3. P. 16–21.

**SINGLE-CHIP COMPUTERS WITH DYNAMIC
RECONFIGURATION IN DIGITAL CONTROL LOOPS
OF SMALL SPACECRAFT**

A.G. Khantimirov, V.V. Goreva*

Scientific supervisor O.V. Nepomnyashchiy
Doctor of Science, Assistant Professor

Siberian Federal University

Introduction

Radio-electronic equipment, which is part of complex control systems operating in adverse conditions of outer space, must retain its performance or restore it within a certain time. The very large integrated circuits (VLSI) used in such equipment are extremely stringent in their resistance to the destabilizing factors of outer space.

The greatest negative effect of destabilizing factors is observed when exposed to ionizing radiation [1]. When developing electronic equipment for space applications, high reliability and resistance to destabilizing factors are provided by a complex of measures at all design stages.

For small spacecraft, the functional complexity of the final electronic equipment, high requirements for reliability, weight and size characteristics, and power consumption determine the use of new methods for increasing performance. Existing methods of resistance to destabilizing factors in the development of large spacecraft become unacceptable in the production of small spacecraft.

Suggested solutions

The use of Field-Programmable Gate Arrays (FPGA) can change the situation [2]. FPGAs can be used to recover electronic equipment in case of failures. Changing the internal architecture of the FPGA directly in the process of operation allows you to configure the same module to solve various tasks.

The FPGA chip is capable of changing its internal logical structure in real time, in a time that is significantly less than the execution time of computational tasks [3]. In this case, the requirements for reconfiguration time intervals may vary during the operation of the device.

The composition of the dynamically reconfigurable system (DRS) includes computational unit, designed to control the final equipment and a control module that implements the basic operations of FPGA control and configuration loading into a dynamically reconfigurable module. The functional basis of such a controller may be not complex, because only memory commands are used.

* © Khantimirov A.G., Goreva V.V., 2019

The results

In purpose of practical implementation of the DRS, the authors developed a laboratory sample of a single-chip controller for controlling the executive automation systems of a small spacecraft [4]. During the operation of the FPGA, the controller has the ability to change the internal connections between the functional blocks, and it can reload the software of the embedded processor, which allows flexible customize the control module to solve different tasks [5]. As laboratory experiment, the FPGA controller was used to control a synchronous motor with electromagnetic reduction used as part of the antenna opening module in the working position and the rotation systems of the solar cells of a small spacecraft.

The memory controller is a system consisting of a configuration memory controller and a single controller for all processor cores, RAM, while the entire system is located outside the processor unit.

The computational unit includes three cores of the Sparc V8 software processor with a common external cache memory, as well as a backbone controller in the AM-BA standard. In this case, the cores of the computer are interfaced with the memory by the majority scheme. It should be noted that in this case, the number of controller's processor cores is limited only by the FPGA resources. In addition, I/O controllers are organized in a triple redundant scheme to ensure resilience to single failures.

The dynamic reconfiguration controller (control module) performs the initial initialization function. It also performs dynamic reconfiguration of the FPGA in the case of a failure.

Testing and verification

The FPGA configuration was modified to imitate the typical effects of a lesion by destabilizing factors [6]. During testing, it was found that the majority elements allow identifying not all types of failures. However, it is possible to successfully identify the "damaged" area and restore the FPGA in real time. In this case, the performance of the system is fully restoring. This effect was achieved precisely due to the inertia of the system. The results indicate that FPGA reconfiguration occurs much faster than the formation of control pulses.

Conclusion

The use of VLSI with dynamic reconfiguration as part of the electronic equipment of small spacecraft allows us to reach a new level of ensuring the functionality and reliability of electronic equipment. The required reduction in mass and dimensional characteristics and the own power consumption of small spacecraft equipment is provided by the use of digital control loops, in contrast to traditional analog systems. Due to the dynamic reconfiguration of the FPGA, not only the high reliability of the computing units is ensured, but also the enhanced functionality, since the same VLSI can be used to solve various tasks.

The use of software-reconfigurable processor core provides high performance with low power consumption and allows for flexible reallocation of computing resources.

The results of laboratory tests indicate the achievement of goals. However, at this stage of research, the greatest efficiency from the application of the proposed method can be obtained only if the time intervals of reconfiguration and formation of control actions differ by at least an order of magnitude. Nevertheless, with the organization of efficient parallel computing algorithms, this task can be successfully solved [7].

References

1. Yuditsev V. Radiation-resistant integrated circuits. Reliability in space and on earth. *ELECTRONICS: NTB*, 2007/ № 5.
2. Filippov A. K. Highly reliable dynamically reconfigurable information processing systems for demanding applications // *Design and technology of electronic means*, 2008. № 2. P. 2–9.
3. Wang Lie, Wu Feng-yan. Dynamic partial reconfiguration in FPGAs // *Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application*. 2009. P. 446–448.
4. Nepomnyashchiy O. V., Veysov E. A., Pravitel A. S. Single-chip systems with dynamic reconfiguration in special-purpose electronic equipment // *Successes of modern radio electronics*. 2014. № 5. P. 25–29.
5. Tyapkin V. N., Fateev Y. L., Dmitriev D. D., Garin E. N., Ratushnyak V. N. The creation of interference-free navigation receivers capable of measuring the spatial orientation of objects // *Successes of modern radio electronics*. 2014. № 5. P. 61–65.
6. Vijay G. Savani, Akash I. Mecwan, N. P. Gajjar Dynamic Partial Reconfiguration of FPGA for SEU Mitigation and Area Efficiency // *International Journal of Advancements in Technology*. 2011. Vol. 2, No. 2. P. 285–291.
7. Nepomnyaschy O. V., Nepomnyaschy O. V., Matkovsky I. V., Kropacheva M. S. Tail Recursion Transformation in Functional Dataflow Parallel Programs // *Automatic Control and Computer Sciences*. 2013. Vol. 47, No. 7. P. 366–372.

**SOFTWARE MODULE OF THE AUTOMATED COMPLEX
FOR RESEARCH THE INDUCTOR DRIVES
OF DOUBLE-FED MOTORS**

A.G. Khantimirov, A.V. Tarasov*

Scientific supervisors O.V. Nepomnyashchiy

Doctor of Science, Assistant Professor

S.A. Bronov

Doctor of Science, Professor

Siberian Federal University

Abstract: The article describes a software module of the automated complex intended for research of the inductor electric drive of double-way feed in the various control modes and emergency modes of their work. This software module developed in LabVIEW and consists of several components, which are in the different elements of the automated complex.

Introduction

High requirements to the characteristics of critical installations, including spacecraft, lead to the improvement of the electromechanical systems and microprocessor control systems used in them [1,2]. One of the directions is to use double-fed motors (DFM). DFMs have two varieties – based on an asynchronous motor with a phase rotor (ADFM) and inductor (IDFM). For DFM [3, 4, 5], all known methods of controlling AC motors can be applied, as well as methods specific for dual power supply and providing new properties to the electric drive, including technologies based on the use of VLSI and FPGA [6]. One of such DFM control methods is phase control [7, 8], which provides new opportunities for using DFM in positional systems and provides high dynamic and accuracy indicators. At the Institute of Space and Information Technologies of the Siberian Federal University, a software-hardware automated complex has been created on the basis of National Instruments equipment [9], which allows to analysis various ways of controlling IDFM, as well as emergency modes of their operation.

**Software and hardware automated complex
for the analysis of double-fed motors**

The modular platform National Instruments PXI-1042 was chosen as the basis for the software and hardware automated complex created. This platform has high performance when processing large data arrays. The platform includes the NI PXI-7833R multifunctional input / output module. This module is implemented on a field programming gate arrays (FPGA) and has 8 analog input channels, 8 analog output channels and 96 digital input / output lines.

* © Khantimirov A.G., Tarasov A.V., 2019

A feature of double-fed motors, in particular IDFM, is the presence of two groups of three-phase windings. To control this motor, two three-phase inverters are required. The formation of sinusoidal currents in the motor windings occurs using sinusoidal centered pulse width modulation (PWM). PWM allows you to change the main parameters of control signals: frequencies, amplitudes and phase shifts.

In the NI PXI-1042 real-time system, a table of fill factors is calculated for a given amplitude and number of pulses. The table is written to the pulse selector PWM. The selector selects from the table the desired impulse based on the current point in time, frequency and phase. The pulse shaper PWM gets the value of the fill factor and, through the output ports, sends the opening and closing keys of the inverter keys. As a result, sinusoidal currents of a given amplitude and frequency are formed in the motor windings.

Graphic user interface of the automated complex

For software development using the NI PXI-7833R module, the LabVIEW FPGA software platform is used in the National Instruments LabVIEW graphical programming environment. The developed software consists of several connected modules that are located on the operator's PC, an NI PXI-8106 RT controller with a real-time operating system, and an NI PXI-7833R I/O module.

Data transfer between the operator's PC and the NI PXI-8106 RT controller uses an Ethernet network. Between the NI PXI-7833R I/O module and the NI PXI-8106 RT controller, data is transmitted over the internal PXI data bus.

Using the first part of the software, which is located in the NI PXI-7833R I / O module, control signals are generated by inverter transistor keys, analog signals are digitized from current sensors, and data is received from a digital position sensor.

The second part of the software is located on the NI PXI-8106 RT controller and is responsible for generating real-time data in accordance with operator-specified parameters of the data arrays for generating PWM signals and obtaining experimental data from the sensors.

The third part of the software is on the operator's PC. Its main function is to upload experimental data from an NI PXI-8106 RT controller and then process and write to a file in a specific format.

The operator interacts with the graphical user interface. With the help of the mode switch, he can choose one of the operating modes of the drive: arbitrary mode or experiment mode. In the first case, parameters such as frequencies, amplitudes, phase shifts of supply voltages, as well as the number of subintervals per sinusoidal PWM period, can be changed as necessary in time, confirming the change with the "Apply" button. In the second case, the number of time samples is set before and after the moment of change of the specified parameters. This mode allows to analysis of transients in the drive.

For example, if the frequency of the windings is left unchanged and the phase shift between groups of three-phase motor windings is set, the IDFM will turn a certain angle and remain in the synchronous standby mode.

For the purpose of investigating the operation of the IDFM in emergency modes, when one or several engine phases are cut off, it is possible to disable the control signals for one or several phases using a special part of the user interface. In the experiment removal mode, some of the motor windings are disconnected and the data from the position angle sensor and phase current sensors are uploaded to a file for further processing and analysis.

Conclusion

The variety of management options IDFM requires their experimental verification. The created hardware-software automated complex for the experimental study of dual-power inductor electric drives allows implementing various control methods and exploring transient processes in electromechanical systems with DFM with high accuracy. The program module of the complex allows the implementation of various control laws, as well as the efficient processing of data obtained as a result of experiments.

References

1. Nepomnuashy O. V., Ohotkin K. G., Habarov V. A. Microelectronic systems for automation perspective space vehicles. SibSAU № 3(49), 2013.
2. Nepomnyashcy O. V., Krasnobaev J. V., Titovsky S. N., Habarov V. A. Control microelectronic systems for power conditioning oa advanced spacecraft / Siberian Federal University. Techniques and Technology. Krasnoyarsk : SFU, 2012. № 5. P. 162–168.
3. Kaasik P. Y. Low-speed gearless micromotors. L. : Energy. Leningr. department, 1974.
4. Zhulovyan V. V. High-torque a. c. motors with electromagnetic reduction of speed: Abstract. Doctor of Engineering. M., 1978.
5. Onischenko G. B., Lokteva I. L. Asynchronous gated cascades and motors of double-way feed. M. : Energy, 1979.
6. Legalov A. I., Nepomnyaschy O. V., Rizhenko I. N. The technology of architectural-independent, highlevel synthesis for VLSI. Doklady AN VSH RF. Novosibirsk, NGTU. 2014. V. 57. № 3. P. 35–39.
7. Bronov S. A. Control mode of rotational position of rotor of motor of double-way feed. Author's certificate 1524153 USSR, MKI4 H02P7/46. № 4230014/24-07; Declared 14.04.87; Published 23.11.89, Bulletin № 43.
8. Bronov S. A. Control mode of rotational position of rotor of motor of double-way feed. Author's certificate 1541752 USSR, MKI5 H02P7/46. № 4227637/24-07; Declared 03.04.87; Published 07.02.90, Bulletin № 5.
9. Bronov S. A., Avlasko P. V., Povalyaev V. A., Ermakov R. A., Chereshevich S. V., Nikulin N. A., Marareskul A. V., Lipunova S. Y., Usov V. P. Hardware-software complex for research the inductor drives of double-way feed // Aerospace instrument engineering. 2013. № 6.

LIDAR FOR SEARCHING EXTREMELY LOW CONCENTRATIONS OF HYDROCARBON RAW MATERIALS

S.L. Leshchenko, D.O. Nepomnyashy, D.V. Popov*

Scientific supervisor O.V. Nepomnyashy
Doctor of Science, Assistant Professor

Siberian Federal University

The main problems of remote sensing of the surface layer of the atmosphere are identified. The proposed modification of the well-known model for the presentation of data on differential coefficients, taking into account corrections for the molecular and aerosol absorption and scattering coefficients. The hardware for the implementation of the complex lidar sensing with topological reference to the terrain has been developed. The proposed solution to determine the average concentration of the test gas in the specified distance interval. A list of the main, boundary conditions of operation of the developed complex is formulated.

Introduction

The relevance of using the presented development is the need to detect and process extremely low concentrations of hydrocarbons. This is due to the fact that the development of new oil and gas fields uses a large number of time and labor costs. In this case, we are talking about remote lidar sensing of the earth surface, using an installation based on the use of an optical model with two helium-neon lasers.

In the course of the research, it was determined that the method of differential absorption should be distinguished from the numerous methods of atmospheric sounding [1], since it is the most accurate and noise-resistant to various destabilizing factors [2]. Further, on its basis, the algorithm and the scheme of operation of the installation were developed [3]. The formed model was tested in Matlab environment and specific parameters were selected for determining the laser wavelength and the summer height of the aircraft [4].

As a result, all the studies and tests allowed to formulate specific requirements and parameters for the development of the software and hardware of the device.

Software and hardware implementation

When implementing the model, wavelengths $\lambda_1 = 3.3922 \mu\text{m}$ were used with a power of 15 mW and $\lambda_2 = 3.39128 \mu\text{m}$ with a power of 7mW, where the first provides for maximum absorption by methane (Fig. 1).

The generated beams come to the radiation modulator, which modulates the radiation in antiphase with a frequency of 3 400 Hz. After reflection from the object under study, the signals are received and fed to the processing unit. The job of the processing unit is to eliminate noise. In order to require minimal correction of the signal during the work on the photodetectors, sensors was analyzed for recording the

* © Leshchenko S.L., Nepomnyashy D.O., Popov D.V., 2019

medium-wave and long-wave IR radiation (range 1.5–15 μm). Such as uncooled photoresistors, galvanic cells, multichannel cooled photodetectors and photoelectronic modules.

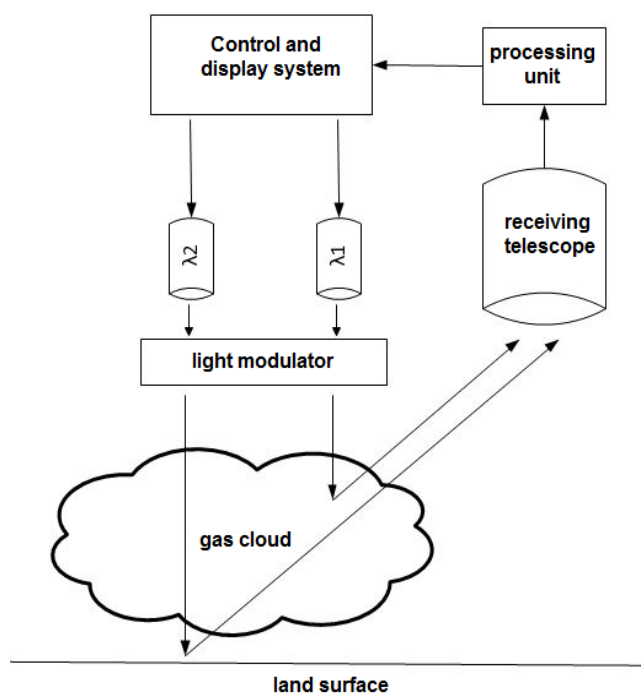


Fig. 1. Laser circuit

As a result of the analysis, photoresistors showed themselves well: fairly accessible and unpretentious elements, with a wide range of performance characteristics. On the other hand, there are multi-element photodetectors, which contain a large number of receiving elements, as a result, improving the quality of the received signal. For example, FPU "Planet" was developed specifically to control the composition of the atmosphere of the planets of the solar system. Therefore, it was decided to choose a sensor from among the photoresistors.

Based on the above findings, the following list of sensors presented in the Table.

Table

Suitable sensors

Type of device	$\Delta\lambda, \mu\text{m}$	$\Delta\lambda_{\text{max}}, \mu\text{m}$	Amount of photosensitive elements	$\text{SM} * \text{Hz}^{-1} / 2 * \text{W}^{-1}$
ELCM1090	1–5	–	480×320	–
ELCM1091	1–5	–	320×240	–
FR-127BM-01	2.7–4.2	3.6 ± 0.2	1	$1.2 * 10^{10}$
UFRO2	2.6–2.8	3.4 ± 0.2	1	$3 * 10^{10}$
FR611	2.7–4.2	3.6	–	$(0.8-2) * 10^{10}$

As a result, a list of sensors suitable for solving the problem was compiled, including the 2 FPZS-matrix and 2 photoresistors. The main disadvantage of matrices is their quantum efficiency, which does not reach even 10 %, which guarantees us low sensitivity in flight conditions. Given the wide range of work (from 1 to 5 μm), the probability is high that in flight conditions the result will give us an illumination due to solar radiation, from which false alarms will appear.

Of the two remaining photoresistors, it was decided to choose UFRO2 (fig. 2), since according to all characteristics, it benefits from FR-127BM-01, while it has two-stage cooling, against a single-stage 127BM, which guarantees a higher detecting ability.

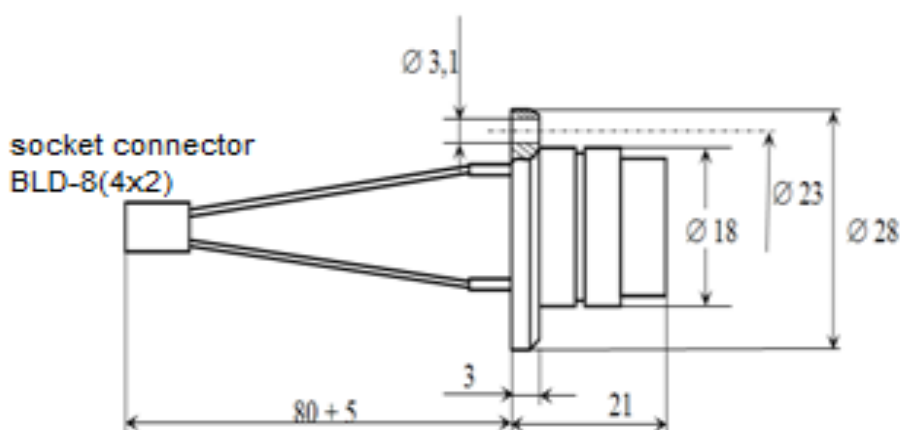


Fig. 2. Appearance and overall dimensions of UFRO2

References

1. Khabarov V. A., Popov D. V. Aviation sounding of the atmosphere for the purpose of exploring natural gas fields as a promising method for automated search for gas deposits in the surface layer // Collection of articles of the international scientific-practical conference: "Technical sciences – from theory to practice". Novosibirsk: ASE Sibac, 2015. P. 59–64.
2. Airplane Laboratory «Optic» [digital resource]: V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Siberian Branch of the Russian Academy of Science (IAO SB RAS). 2016. URL: <http://www.iao.ru/ru/resources/equip/plane> (reference date 03/20/2019).
3. Mathematical model of the lidar route / S.L. Leshchenko, D.V. Popov, D.O. Nepomnyashy / MATHEMATICAL METHODS IN TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY – MMTT. Yuri Gagarin State Technical University of Saratov – Saratov, 2018. P. 21–24. ISSN: 2587-9049/
4. Leshchenko S. L., Popov D. V. Method for distance aviation sensing of atmosphere to search for hydrocarbon reserves // V International Conference "Laser, Plasma Research and Technology" LaPlas-2019: Collection of scientific papers. Part 2. M. : NRNU MEPhI, 2019. P. 342–344.

ОБЗОР СИСТЕМ КОМПЛЕКТАЦИИ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗОВ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА

О.И. Андросенко*

Научный руководитель М.А. Аникьева

Сибирский федеральный университет

На предприятиях серийного производства актуальным является процесс автоматизации складского учета, так как растут объемы производства, количество сопроводительных документов, скорость обмена ПКИ (покупные комплектующие изделия) и ДСЕ (детали и сборочные единицы) между складами или цехами, что в ручном режиме ведет за собой появление нежелательных ошибок [1]. Внедрение современных технологий для повышения уровня автоматизации предприятия с целью рационального использования рабочего времени сотрудника позволит повысить конкурентоспособность предприятия.

Автоматизация складских работ обеспечивает хорошие возможности для комплексной механизации и автоматизации всего производства, особенно с применением современных средств вычислительной техники, с разработкой автоматизированных систем управления предприятием (АСУП). Без создания автоматических складов невозможно создание гибких автоматизированных производственных систем [2].

В связи с тем, что поддержка и обслуживание существующей системы комплектации на исследуемом производственном предприятии прекращается из-за устаревшей техники, а также из-за необходимости расширения функциональных возможностей системы, поставлена задача реорганизации информационной системы, обслуживающей склады предприятия.

Для решения поставленной задачи был проведен анализ существующих решений. Для анализа были выбраны следующие системы складского учета: «1С: Торговля и склад» [3], «МойСклад» [4], «СуперСклад» [5] и существующая на предприятии система сквозного учета комплектов изделий по следующим критериям:

- интеграция с существующим программным обеспечением на предприятии – то есть возможность взаимодействовать с другими системами, разработанными на предприятии. Этот критерий необходимо учитывать для того, чтобы отдел АСУП мог заниматься сопровождением и поддержкой проекта;
- доступ по ЛВС (локальная вычислительная сеть) – так как большинство компьютеров на предприятии не имеют доступа в интернет, доступ к разрабатываемой системе должен осуществляться по ЛВС;
- разделение прав доступа пользователей – из-за того, что на предприятии работают сотрудники различных областей с различными привилегиями, определенный функционал программы должен быть доступен для одного типа сотрудников, и не доступен для другого;

* © Андросенко О.И., 2019

- легкость в освоении – этот критерий необходимо учитывать, потому что на предприятии работают сотрудники с навыком владения персональным компьютером на уровне начинающего пользователя, следовательно, интерфейс программы должен быть интуитивно понятным, без излишеств и нагромождений;

- открытый исходный код – так как имеется перспектива дальнейшего развития, модернизации и обслуживания программного продукта штатными программистами отдела АСУП, все файлы исходного кода системы должны быть доступны для редактирования.

Соответствие выбранных программ складского учета по заданным критериям показано в таблице.

Таблица

Анализ соответствия существующих программ складского учета заданным критериям

	1С: Торговля и склад	МойСклад	СуперСклад	Карты комплектации
Интеграция с существующей системой складского учета	-	-	-	+
Разделение прав доступа	+	+	+	+
Доступ по ЛВС	+	-	-	+
Легкость в освоении	-	+	+	+
Открытый исходный код	+	-	-	+

По результатам проведенного анализа видно, что существующие системы не обладают теми возможностями, которые необходимы на предприятии. Особенно важным моментом является отсутствие интеграции с существующей системой складского учета. Модернизация существующего программного обеспечения позволит учесть специфику и особенности предприятия.

На предприятии функционирует система складского учета, разработанная на платформе ASP.NET с использованием языка программирования C#, в качестве системы управления базой данных (СУБД) применяется Microsoft SQL Server 2016. Исходя из этого необходимо чтобы и язык программирования в разрабатываемой системе, и СУБД должны быть такими же, как и в существующей системе складского учета.

В основе работы разрабатываемой системы предлагается использовать модель «клиент-сервер», которая позволит разделять функционал и вычислительную нагрузку между клиентскими и серверными приложениями. Также предлагается использовать шаблон проектирования model-view-controller (MVC), так как данная концепция позволяет разделить бизнес-логику (модель) от её визуализации (представления), что позволяет создать единую архитектуру приложения и упростить механизм отладки приложения.

В результате разработки будет создано приложение, удовлетворяющее требованиям и запросам производственного процесса с минимальными затра-

тами на реорганизацию, так как подсистемы складского учета, удовлетворяющие требованиям производства, не будут подвергнуты изменениям. Система комплектации ПКИ позволит добиться повышения КПД работников за счёт оптимизации процесса списания товарно-материальных ценностей (ТМЦ), сокращения ошибок в процессе ввода данных, а также сделает процесс создания комплектовочных карт быстрым и точным. Для работы с системой не потребуется высокий уровень навыка пользования компьютером. Эксплуатация системы возможна на подобных предприятиях с аналогичной структурой и похожей спецификацией.

Список литературы

1. Казанцев М. А., Легалов А. И., Чемидов И. В. Интеграция автоматизированных складских комплексов в информационную структуру предприятия : материалы 51-й международной научной студенческой конференции. 2013. С. 222–227.
2. Шишмарев В. Ю. Автоматизация технологических процессов. М. : Издательский центр «Академия», 2005. 352 с.
3. 1С: Торговля и Склад 7.7 // Фирма «1С». URL: <https://1c.ru/rus/products/1c/predpr/torg77.htm> (дата обращения: 10.04.2019).
4. Складской учет товаров онлайн. МойСклад – программа автоматизации склада и торговли. URL: <https://www.moysklad.ru/> (дата обращения: 10.04.2019).
5. «СуперСклад» – простая программа складского учета. URL: <http://skladprog.ru> (дата обращения: 10.04.2019).

ПОСТРОЕНИЕ САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СЕТИ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ

Н.И. Белозерский*

Научный руководитель Ф.А. Казаков
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Одним из наиболее перспективных направлений развития информационно-коммуникационных сетей являются мобильные самоорганизующиеся сети.

Огромные преимущества перед традиционными иерархическими сетями связи с выделенными управляющими центрами имеют MANET-сети (Mobile Ad-hoc NETWORKS), состоящие из случайных мобильных устройств, управление которыми реализуется без опорных узлов и базовых станций [1]. Такие сети могут применяться в развлекательных целях, в структурах МЧС, в транспортных системах, в домашних сетях типа «Умный дом», в различных силовых структурах, на предприятиях, а также во время военных действий.

Основной проблемой создания самоорганизующихся мобильных сетей является правильное построение маршрута передачи данных от источника до адресата. Так как беспроводные соединения имеют ограниченный радиус действия, а сами устройства могут перемещаться, доступность узла в неопределенный момент времени не может быть гарантирована, а это значит, что построить точную топологию сети практически невозможно.

Перед нами стоит задача выявить способ взаимодействия между мобильными устройствами на базе самоорганизующейся сети.

Создается система роботов колёсного типа, которая будет решать общую задачу путём самостоятельной организации сети для обмена данными между собой. Даже если часть устройств будет выведена из строя, сеть все равно должна поддерживаться. Этим требованиям соответствуют такие стандарты передачи данных, как Wi-Fi и ZigBee. Рассматривая эти варианты, можно выделить как плюсы, так и минусы у каждого.

Стандарт ZigBee имеет большую гибкость в топологии соединения и низкое энергопотребление, но, однако, он требует дорогое оборудование [2]. Использование Wi-Fi имеет полную противоположность: малая стоимость модулей, но высокое энергопотребление и менее гибкая организация топологии сети. Для решения нашей задачи любой из этих стандартов связи идеально подойдет, вот только реализация будет серьезно различаться. С использованием ZigBee вопрос создания сети будет решаться аппаратно, все устройства являются равнозначными.

Это значит, что сообщение, отправленное любым мобильным роботом, получат одновременно все участники сети либо какой-то один.

* © Белозерский Н.И., 2019

Если же рассматривать Wi-Fi, то любое мобильное устройство может выступать как в роли точки доступа, так и в роли подключаемого к ней устройства. При использовании протоколов передачи данных необходимо будет организовать TCP/IP канал [3]. То есть в группе мобильных роботов достаточно будет одному из них взять на себя роль TCP-сервера, чтобы остальные подключились к нему в режиме TCP-клиентов.

Для дальнейшей реализации было решено создать сеть на основе Wi-Fi-модулей ESP-8266 компании «Espressif» [4], которые будут установлены на каждом мобильном устройстве, что позволит упростить его бортовое оборудование и снизить вес.

Система мобильных роботов может использоваться при выполнении абсолютно разных групповых задач, например, проведение поисковых работ, изучение новых территорий и их патрулирование.

Список литературы

1. Егоров А. А. Исследование энергоэффективных MANET-протоколов маршрутизации // Молодой ученый. 2017. № 20. С. 131–137.
2. Онуфриев В. А., Удод А. С. Беспроводная система контроля параметров дистанционно распределенных сооружений // Научная сессия ТУСУР-2010. Томск : В-Спектр, 2010. Ч. 2. С. 170–173.
3. Метелёв А. П., Чистяков А. В., Жолобов А. Н. Протоколы маршрутизации в беспроводных самоорганизующихся сетях // Вест. Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2013. С. 75-78.
4. Ромасевич Е.П. Исследование агрегированного трафика беспроводных устройств // Современные информационные технологии и ИТ образование. 2017. Том 13. № 3. С. 122–128.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ «ГИМНАСТИКА ДЛЯ МОЗГА»**С.А. Белоус***Научный руководитель Л.В. Макуха
старший преподавательНаучный руководитель А. Ю. Сидоров
старший преподаватель*Сибирский федеральный университет*

Современный мир окутывают огромные потоки информации, и наш мозг постоянно их обрабатывает, часто испытывая перегрузку, что негативно отражается на умственных способностях. В свою очередь это приводит к перенапряжению, вследствие чего становится сложно запоминать важные моменты, сконцентрировать внимание или же быстро переключаться между различными задачами. Во всем мире огромное количество людей сталкиваются с такими проблемами [1].

Для решения данной проблемы было принято решение о создании приложения, которое поможет «разгрузить» мозг и дать ему некую передышку. Как правило, все подобные приложения имеет игровую направленность. В них реализованы игры, которые распределены по следующим тематикам: мышление, внимание и память.

В Google Play и AppStore есть огромное количество похожих приложений, однако большая их часть платная. Существуют бесплатные версии, как правило, с ограниченным функционалом и встроенной рекламой [2].

Таблица

Описание игр по тематикам

Внимание	Мышление	Память
Есть два поля, одно с числом, которое необходимо найти, а другое с различными числами, среди которых и проходит поиск	Представлены два поля, на них появляются фигуры, необходимо понять, совпадают они или нет	Необходимо запомнить и повторить последовательность поочередно изменяющихся элементов
Появляются фигуры разного цвета, необходимо выяснить, какого цвета больше	Написаны два примера, необходимо указать, в каком результат больше, меньше или равен	Необходимо найти две клетки с одинаковыми картинками
Необходимо выбирать числа в порядке возрастания или убывания. Числа разбросаны в случайном порядке	В одном поле указывается цвет, а в другом – форма фигуры. В полях появляются фигуры, необходимо понять, совпадают условия или нет	Появляется число, его запоминаешь, а потом его необходимо написать

* © Белоус С.А., 2019

В таблице приведено описание некоторых игр, направленных на ранее озвученные тематики.

Для реализации проекта был выбран фреймворк React Native, который используется для разработки кроссплатформенных приложений [3]. Язык разработки – JavaScript. В React Native нет ни CSS, ни HTML, а стилизация происходит с помощью JavaScript, а именно методом StyleSheet. Особенностью данного метода является то, что он использует CamelCase – стиль написания составных слов, при котором несколько слов пишутся слитно без пробелов, но при этом каждое слово внутри фразы с заглавной буквы [4].

Для работы необходим Node.JS (для создания и запуска проекта), Android Studio (для запуска Android-эмулятора). Запуск на Android не требует дополнительных затрат, в то время как для запуска на IOS необходима MacOS, это связано с внутренней политикой Apple.

Разработанное приложение состоит из нескольких экранов: главный экран, разбитый по тематикам (внимание, память или мышление), информация об игре, непосредственно сама игра и результат.

В ходе разработки был создан класс HomeScreenMemory, HomeScreenAttention и HomeScreenThinking. Задача классов в отображении доступных игр по определённой тематике, а также переход на экран запуска игры при нажатии. Эти классы необходимы для создания главного меню.

Для разработки меню использовалась библиотека react-navigation и метод createBottomTabNavigator. В итоге создаётся экран с тремя иконками внизу: «Память», «Внимание» и «Мышление», где при нажатии происходит перемещение на выбранный экран.

Для отображения игр в главном меню был создан класс SelectGame. Класс считывает из JSON-файла информацию об игре и выводит ее на экран. Определение темы происходит по заданному идентификатору. Если в поле «ThemeGame» указано «1» – это память, «2» – внимание, «3» – мышление. Считывание происходит в массив данных с помощью функции componentDidMount, с параметром async. Для отображения правил игры создан класс Rules. Его задача считать данные о правилах игры и вывести их на экран. Класс BattonSelect используется для отображения кнопки «Начать», в данный класс также передается идентификатор игры, а он, в свою очередь, перенаправляет на нужный экран.

Непосредственно для каждой игры был создан свой класс. В каждом из этих классов подключается Rules, писать правила для каждой игры по отдельности нет необходимости. Также подключается и BattonSelect, тем самым упрощая код самой игры. Непосредственно в классе хранится идентификатор игры и код реализации.



Рис. Процесс игры на соответствие

В игре (рисунок) необходимо найти соответствия. Изначально пользователю показывается открытое поле в течение 15 с, реализация таймера происходит с помощью библиотеки `TimerMixin`. После поле становится закрытым и непосредственно начинается процесс игры. Когда происходит нажатие на клетку, то она переворачивается. Если соответствие найдено, то клетки становятся пустыми, а если нет, то переворачиваются и снова становятся закрытыми, а также «сгорает» одна попытка, которых всего 15.

Список литературы

1. Информационная перегрузка людей [Электронный ресурс]. URL: http://ecsocman.hse.ru/data/714/647/1231/013_elyakov.pdf.
2. 10 приложений для тренировки мозга [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iphones.ru/iNotes/453130>.
3. React Native [Электронный ресурс]. URL: <https://react-native.org>.
4. CamelCase [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/CamelCase>.

РАЗРАБОТКА АНДРОИД-ПРИЛОЖЕНИЯ «ПАЗЛЫ»**У.А. Брюханова***Научный руководитель В.С. Васильев
старший преподаватель*Сибирский федеральный университет*

Студенты Красноярского государственного художественного института (КГХИ) в рамках дисциплины «Искусствоведение» должны запомнить краткую информацию о большом количестве картин. Одним из трендов в образовании является геймификация [1], поэтому преподавателями КГХИ было предложено разработать android-приложение, позволяющее собирать пазлы из изучаемых картин, а также получать краткие сведения о них.

Решено сначала разработать «обычные» пазлы, а затем доработать их под требования КГХИ. У обычных пазлов значительно более широкая аудитория, что позволит выполнить более качественное тестирование. Кроме того, пазлы сами по себе являются востребованным приложением. На Google Play имеется множество реализаций, однако все они либо являются платными, либо перегружены рекламой.

Некоторые результаты обзора похожих проектов с открытым исходным кодом приведены в таблице. Не было найдено приложение, которое можно было бы доработать, решено разрабатывать приложение «с нуля», но используя удачные архитектурные решения из Canvas Jigsaw.

Таблица

Основные показатели похожих приложений с github.com

Название	Язык	Строк кода, шт.	Лицензия	Удалось запустить	Документация
JigSawPuzzle2-Android [2]	Java Script	1 116	Не указано	нет	нет
Canvas Jigsaw [3]	Java Script	900	MIT	нет	да
JigsawPuzzle [4]	Swift	281	Не указано	нет	нет
Tetzle [5]	C++	8 428	GPL-3.0	да	нет
puzzle [6]	C++	277	Не указано	да	да

На рис. 1 приведена архитектура разработанной системы. Android-приложение использует базу данных с информацией об уровнях, а также файловую систему телефона для хранения изображений. Имеется возможность об-

* © Брюханова У.А., 2019

новления базы данных – при этом с сервера загружается «файл индекса», содержащий информацию об уровнях в формате JSON, а затем – изображения.

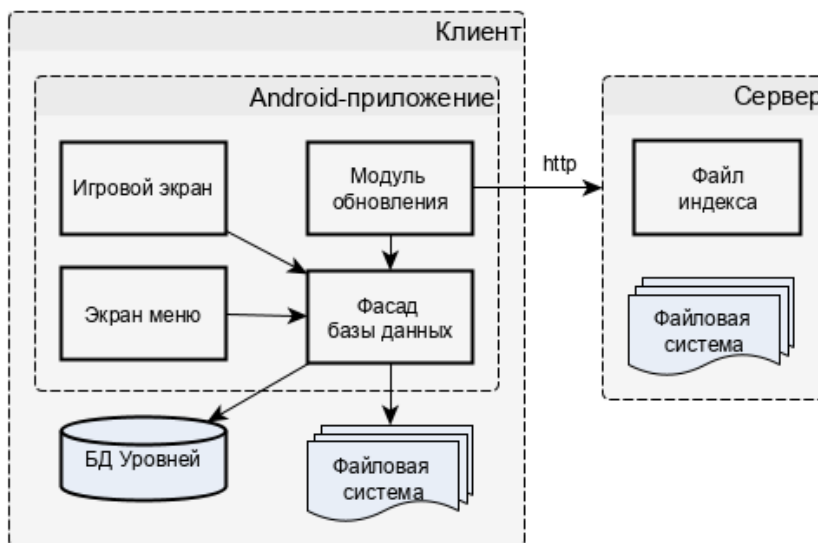


Рис. 1. Архитектура системы

Приложение состоит из ряда экранов. Экран меню получает список категорий и уровней, отображает их иконки. Игровой экран отображает изображение, соответствующее выбранному в меню уровню, и после успешного прохождения помечает уровень как «пройденный». Модуль обновления также взаимодействует с базой данных и файловой системой телефона. Взаимодействие осуществляется через объект-фасад [7], инкапсулирующий базу данных и файловую систему. В связи с тем, что фасад нуждается в глобальной точке доступа, применяется шаблон проектирования Singleton [8].

В базе данных содержится две таблицы «Категории» и «Картинки», которые связаны между собой отношением один ко многим, ее ER – диаграмма представлена на рис. 2. При доработке приложения под требования КГХИ, планируется добавление в базу полей с информацией об авторе картины, дате ее написания, а также другими интересными фактами.

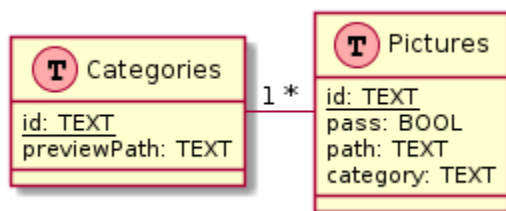


Рис. 2. ER-диаграмма базы данных

Разработка велась с использованием языка C++ и фреймворка Qt. В составе Qt имеется графическая сцена, на базе которой построено меню, адаптирующееся под размеры и ориентацию экрана, а также виджет игры. Исходное изображение нарезается на пазлы случайным образом, при этом имеется воз-

возможность задавать количество пазлов, а также возможность их вращения. Виджет игры позволяет масштабировать содержимое с помощью жестов пальцами (Gestures). Справка оформлена в виде html-файла и выводится с помощью встроенных классов. Исходный код приложения доступен в git-репозитории [9].

Список литературы

1. Геймификация в образовании [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/geymifikatsiya-v-obrazovanii>.
2. JigsawPuzzle2-Android [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/yuvaraj119/JigsawPuzzle2-Android>.
3. Simple jigsaw puzzle game using JS and canvas [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/andysellick/jigsaw>.
4. Simple jigsaw puzzle [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/artursDerkintis/JigsawPuzzle>.
5. Tetzle [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/gottcode/tetzle>.
6. Puzzle [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/cryer/puzzle>.
7. Использование БД SQL. Шаблон проектирования «Фасад» (Facade) [C++, Qt] [Электронный ресурс]. URL: <https://pro-prof.com/archives/882>.
8. Паттерн Singleton. Описание. Пример использования [Электронный ресурс]. URL: <https://pro-prof.com/archives/1546>.
9. Репозиторий puzzle [Электронный ресурс]. URL: <https://bitbucket.org/chubenry/puzzle>.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ УСТРОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ

И.В. Видлацкий, В.Е. Тиньгаева*

Научный руководитель Л.В. Макуха
старший преподаватель

Научный руководитель А.Ю. Сидоров
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует большое количество автомобилей, выполняющих самый разнообразный спектр задач, будь то перевоз грузов, жидкостей, землеройные работы и пр. Управление одним автомобилем может быть совершенно непохожим на управление другим, что потребует от обывателя ознакомления с каждой единицей техники, чаще всего по книгам или каким-либо пособиям. Самым эффективным способом обучения является обучение на практике с экспертом. К сожалению, этот вариант не всегда доступен. Самостоятельное изучение по книгам не всегда результативно в силу того, что в некоторых случаях становится невозможным доступным языком описать работу сложного технического устройства и взаимодействия его компонентов. Решением проблемы могло бы стать создание интерактивного приложения для ознакомления с системами автомобиля, что позволило бы ознакомиться с автомобилем и его устройством в сжатые сроки и максимально эффективно.

На сегодняшний день на рынке представлено огромное количество симуляторов, большинство из которых представляют из себя либо игры, либо симуляторы со значительным уклоном в сторону изучения правил дорожного движения. Обилие таких симуляторов даёт возможность потребителю выбрать тот, который подходит именно ему. Тем не менее подобные симуляторы зачастую узконаправлены либо предназначены на проведения досуга, а не на обучение.

Также на данный момент представлено огромное количество мультимедийных приложений, которые имеют обширную справочную информацию. Такие приложения имеют большой функционал и рассчитаны на широкую аудиторию потребителей, однако они не имеют возможности интерактивного взаимодействия и зачастую являются морально устаревшими.

Для создания интерактивного приложения были рассмотрены два варианта: готовое решение либо самописный «движок». Второй вариант был отвергнут по причине больших затрат времени, денег и человеческих ресурсов. Из ассортимента готовых «движков» была выбрана для рассмотрения пара самых распространённых: Unreal Engine [1] и Unity [2].

Unreal Engine может похвастаться действительно фотореалистичной графикой, но основным языком визуального программирования Blueprint – это, ско-

* © Видлацкий И.В., Тиньгаева В.Е., 2019

рее, его недостаток, чем достоинство, поэтому данное решение было отброшено.

На протяжении многих лет самым распространённым «движком» остаётся Unity: его знание часто встречается в вакансиях не только программистов, но и художников. Он прост в освоении и использовании, позволяет быстро делать прототипы проектов, чем заслужил популярность даже у очень крупных компаний со своими «движками». К тому же язык программирования C# является большим его преимуществом.

В рамках реализации интерактивного приложения был написан настройщик и визуализатор модели автомобилей. В настройщике пользователь имеет возможность загрузить геометрию модели автомобиля и настроить каждый её элемент посредством имеющегося функционала. Использование реализованного класса «ConnectionObj» позволяет реализовать регулируемые устройства, такие как педали или руль: нажатиями на нужные стрелки клавиатуры регулируется угол поворота данных объектов и, косвенно, объектов с ними связанных. В случае с рулевым колесом регулируется его вращение и вместе с ним поворачивается левое поворотное колесо, движется поворотная тяга и вращается правое поворотное колесо. Используя реализованный класс «UsableObj», пользователь может реализовать объекты с фиксированными состояниями, такие как переключатели, коробка переключения передач и т. п. Также в настройщике присутствует и другой функционал, например, класс «CamFree» настройки камер для отображения вида с водительского места, места обслуживания двигателя или же реализации свободной камеры для беспрепятственного самостоятельного изучения автомобиля. В данном классе можно ограничивать передвижение и углы поворота камеры для акцентирования внимания на определённом участке автомобиля.

Таким образом, пользователь, обладая готовой геометрией некоего автомобиля, имеет возможность самостоятельно настраивать её в настройщике и, в дальнейшем, с ней взаимодействовать в визуализаторе. Следует отметить, что в случае, когда в геометрии модели отсутствует какой-либо элемент, пользователь не сможет его настроить.

Сам по себе визуализатор моделей не эффективен в процессе обучения и без осмысленных действий не является полезным инструментом получения знаний и навыков. Для повышения эффективности интерактивного приложения было решено представить процесс обучения в формате «квестов», например, проверка уровня топлива, запуск двигателя, смена колеса и т.п. Задача «квестов» состоит в том, чтобы ознакомить пользователя с порядком выполнения тех или иных действий и их назначением. Наличие списка действий для выполнения такого «квеста» поможет пользователю быстрее запомнить очерёдность действий и объекты, над которыми эти действия выполняются.

Такие «квесты», наряду с изучением строения автомобиля в виде систем и каждого его элемента по отдельности, посредством изучения объекта визуально и описания его назначения, помогут начинающему водителю лучше ориентироваться в реальном автомобиле и максимально быстро начать с ним работу.

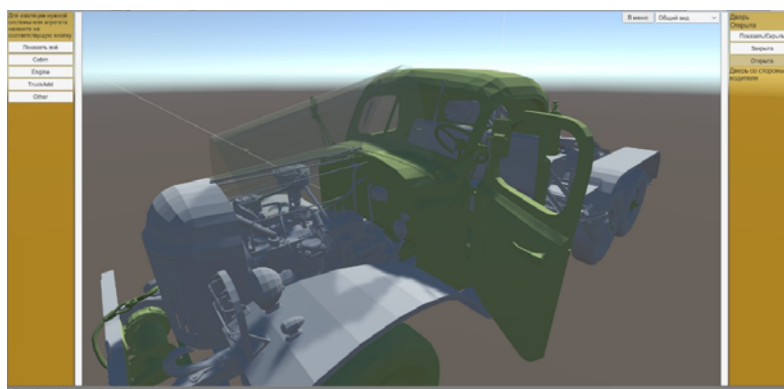


Рис. Интерфейс визуализатора

Представленная интерактивная система для изучения устройства автомобиля совмещает в себе возможности изучения его строения в интерактивной форме наряду с «квестами», способствующими лучшему пониманию как устройства автомобиля, так и работы с ним, для минимизации негативных последствий, случившихся из-за незнания порядка работы с автомобилем или особенностями его конструкции.

Список литературы

1. Обзор возможностей Unreal Engine [Электронный ресурс]. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/features>.
2. Обзор возможностей Unity [Электронный ресурс]. URL: <https://unity3d.com/unity>.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ МБОУ ЛИЦЕЙ № 2

И.Б. Еселевич¹, А.Д. Лапцевич¹, А.А. Поздеев^{1*}

Учитель информатики В. А. Долгошеев¹

Научный руководитель Б.И. Борде²

кандидат технических наук, профессор

¹*МБОУ Лицей № 2*

²*Сибирский федеральный университет*

Создаваемая в Российской Федерации система национальных документов в области технологий информационного моделирования в строительстве [1, 2] включает базовые стандарты и своды правил, обеспечивающие цифровую инфраструктуру, в том числе определяющие основные положения, принципы и терминологию BIM. BIM (Building Information Modeling) – информационное моделирование здания. Особенностью такого подхода является то, что объект проектируется как единое целое, поэтому изменение одного из его параметров влечёт за собой изменение всех связанных с ним параметров и объектов [3].

Международный стандарт по BIM был принят в 2010 г. Новые своды правил по BIM-технологиям информационного моделирования вступили в силу в РФ с 01.03.2018. Свод правил дополняется рядом ГОСТов [2]. Свод правил распространяется на процессы информационного моделирования зданий и сооружений и устанавливает требование к компонентам их информационных моделей, но не устанавливает требования к способам размещения, ведения, структуре, форме и содержанию цифровых библиотек.

Полный переход на информационное моделирование в РФ планируется внедрить к 2024 г.

Создание информационной модели BIM

Информационное моделирование объектов активно используется для проектирования и эксплуатации зданий. Информационное моделирование предполагает наличие библиотеки компонентов, семейств библиотек компонент и автоматизацию формирования спецификаций. Особенностью подхода является то, что объект проектируется как единое целое. Изменение одного из его параметров влечёт автоматическое изменение связанных с ним параметров и объектов [6].

Имея информационную модель BIM (Building Information Modeling), можно автоматически получить двухмерные чертежи, различные визуализации и спецификации.

Что же касается создания информационной модели, то существуют два способа её создания. Рассмотрим создание модели на базе САПР (Систем Автоматизированного Проектирования) Revit (Autodesk) или Renga (Аскон).

* © Еселевич И.Б., Лапцевич А.Д., Поздеев А.А., 2019

1. Перевод векторных чертежей: если уже имеются векторные чертежи объекта, то необходимо перевести их в формат DVG и по ним Revit может создать искомую 3D-модель этого здания.

2. Создание информационной модели с нуля: для этого нужно вручную сделать замеры помещений объекта или взять готовые документы с этими размерами и создавать по ним вручную модель здания в программе Revit. Это более трудоёмкий процесс, но можно быть уверенным в достоверности размеров.

Revit является профессиональной программой, и поэтому её использование может потребовать более серьёзных комплектующих ПК и серьёзного знания этой программы из-за специфической настройки, но, как уже было сказано выше, она достаточно удобна в использовании для знающего человека и имеет гибкие настройки для изменения характеристик модели. Программирование в Revit ведётся на языке NETScript Cad [6].

Работая над проектом, мы пользовались вторым методом создания модели (с нуля) потому что нужно было удостовериться в достоверности размеров здания. Из оборудования мы использовали: ноутбук и дальномер (CONDROL SMART 40).

Создание информационной модели МБОУ Лицей № 2

1 этап

1. Для начала мы добавили в библиотеку объекты несущих конструкций и инженерных систем (системы отопления, системы водоотведения).

2. Сделали все замеры с помощью дальномера, занесли их на бумажный план здания.

3. Перенесли информацию в программу, поэтажно создавая двухмерный план здания.

4. Далее перевели этот план в трёхмерный вид. Для этого выставили характеристики будущей модели как 3D. Это важный этап при первоначальной настройке проекта, изменять эти настройки по ходу составления проекта для человека, не освоившегося в программе, будет проблематично.

5. После этого потребовалось выполнить некоторую детализацию и текстурирование объектов.

2 этап

1. Создание базы данных элементов интерьера (столы, парты, стулья, шкафы) школы с указанием размеров и характеристик.

2. Добавить в библиотеку элементы интерьера школы.

3. Наполнить информационную модель школы объектами из библиотеки.

4. Анализ созданной модели школы и проверка на достоверность.

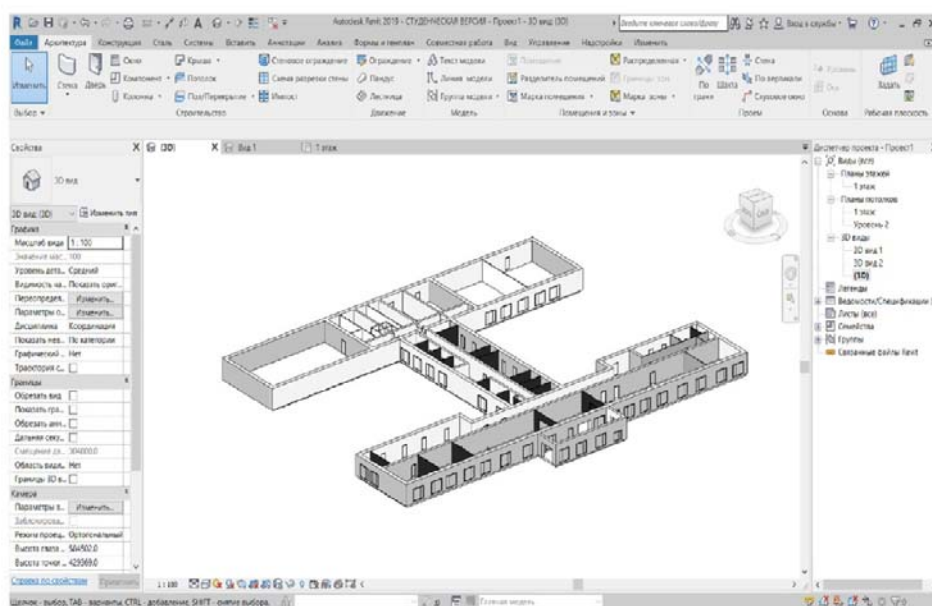
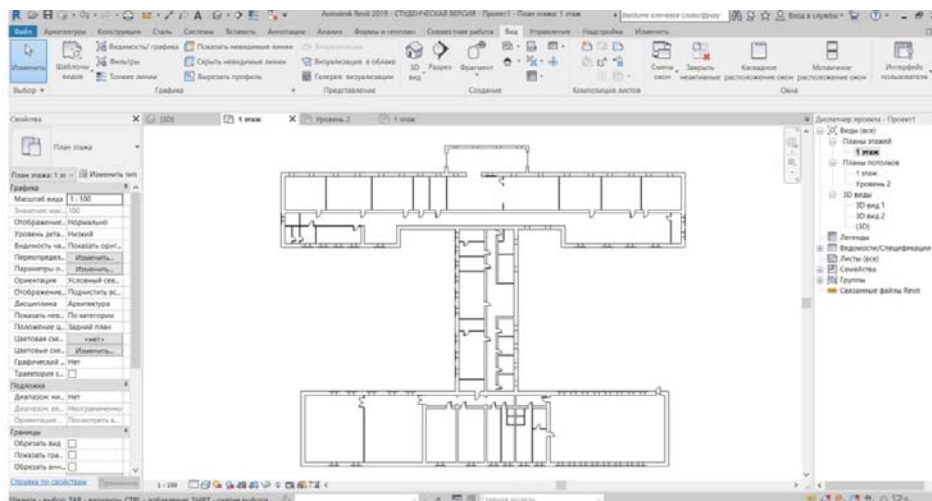
Использование информационной модели школы

Готовую модель можно использовать:

1) при реконструкции помещений, этажей или школы в целом;

2) при реконструкции инженерных систем;

3) для моделирования учебного процесса с приобретаемым оборудованием.



Двухмерный и трехмерный план первого этажа МБОУ Лицей № 2

Список литературы

1. Разработка СП «Информационное моделирование в строительстве» : сайт. URL: Docs.cntd.ru/document/1200146763.
2. Разработка СП «Информационное моделирование в строительстве». Правила разработки планов проектов, реализуемых с применением технологии информационного моделирования : сайт. URL: allgosts.ru/35/240/gost_r_57310-2016.
3. Портал Autodesk Knowledge Network : сайт. URL: <https://www.autodesk.ru/education/free-educational-software>.
4. Борде Б. И. Программно-методический комплекс «Основы САПР неоднородных вычислительных устройств и систем». Красноярск : КГТУ, 2006. CD-ROM (языки рус., англ.). Номер гос. Регистрации ИТЦ ИНФОРМРЕГИСТР 0320702238.

СОЗДАНИЕ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СТУДЕНТОВ ПО РАЗДЕЛАМ МУЛЬТИМЕДИАТЕХНОЛОГИЙ

А.М. Кобиняк*

Научный руководитель В.С. Тутатчиков
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В век современных технологий бумажные носители теряют свою ценность, так как поиск информации в них осуществляется очень долго, и не всегда удобно иметь при себе громоздкие книги или тетради. Вдобавок ко всему, возможность изготовления справочных материалов под свои нужды является трудоемкой задачей, и не всегда получается компактно уместить необходимую информацию.

После создания первого смартфона наша жизнь становится все проще и проще с точки зрения быстроты или мобильности поиска информации. Почти у каждого человека в кармане лежит устройство с доступом в Интернет, способное найти все, что угодно. Также существуют специальные приложения, которые содержат базу данных по определенной тематике. Они помогают структурировать и обеспечить быстрый доступ к данным. С их помощью пользователь смартфона может не искать в Интернете по многочисленным страницам в поисках нужной информации.

В своей работе я планирую создать приложение для удобного быстрого поиска информации на примере ключевых понятий по мультимедиа-технологиям. Это приложение позволит:

- показывать готовые термины по разделам, добавлять нужные определения в избранное для быстрого доступа, добавлять комментарии к ним;
- формировать тест по заданным параметрам (разделы мультимедиа-технологий);
- проверить тест и найти ошибки;
- показать рекомендаций по отдельным разделам для более подробного изучения на основе тестов.

Приложение обращается к готовой базе данных, содержащей некоторые определения по отдельным разделам мультимедиа-технологий. Термины для тестирования планируется заполнять через интерфейс для администрирования базы данных.

Пользователь проходит тест для проверки знаний по изученному разделу мультимедиа-технологий. Также он может сформировать тест для проверки знаний из одного или нескольких разделов мультимедиа-технологий. При этом функционал позволит задать количество вопросов, используемых в каждом разделе, и количество вариантов ответов на вопросы из каждого раздела. После

* © Кобиняк А.М., 2019

нажатия кнопки «Создать» программа генерирует тест с вопросами, и пользователь приступает к решению. По завершении теста, показывается окно процент правильно решенных вопросов, также можно посмотреть свое решение и правильные ответы. При желании, пользователь может пройти тест повторно, но уже по случайно подобранным вопросам из выбранного раздела.

При генерации, тест собирается из нескольких баз данных (рис. 1). База данных Темы включает в себя следующие разделы: ID, Name, ID_раздела. БД Разделы: ID, name, ID_темы, ID_определения. БД Определения: ID, термин, определение, избранное. БД Тесты: ID, ID_раздела, ID_термина, ID_ответов, ID_выб_отв. БД Избранное: ID, ID_опред, комментарий. Каждая база данных связана с другой разными видами межтабличных связей [1].

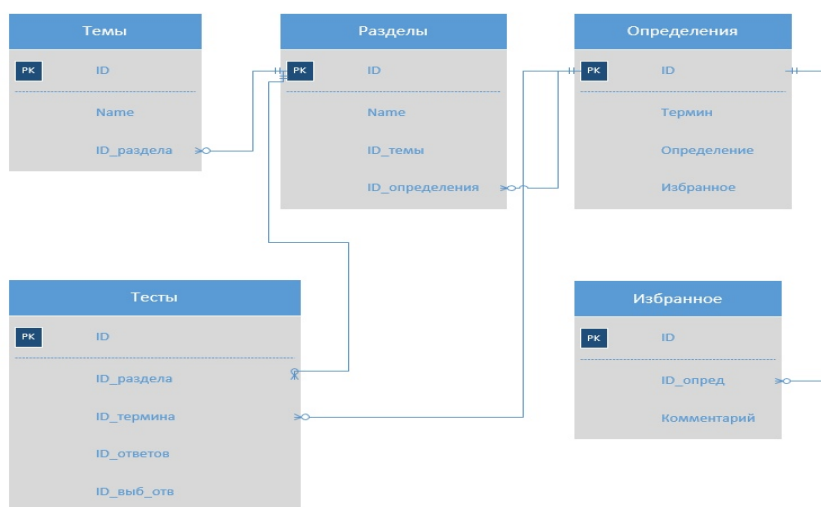


Рис. 1. Диаграммы связей базы данных

Приложение будет состоять из нескольких экранов и выдвигающейся боковой шторки со списком тем [2]. Главный экран включает в себя избранные термины с определениями, с возможностью добавлять свои комментарии. Экран с тестами будет содержать вопрос с вариантами ответа. После прохождения теста, появляется экран со статистикой. Ниже приведен пример (рис. 2).

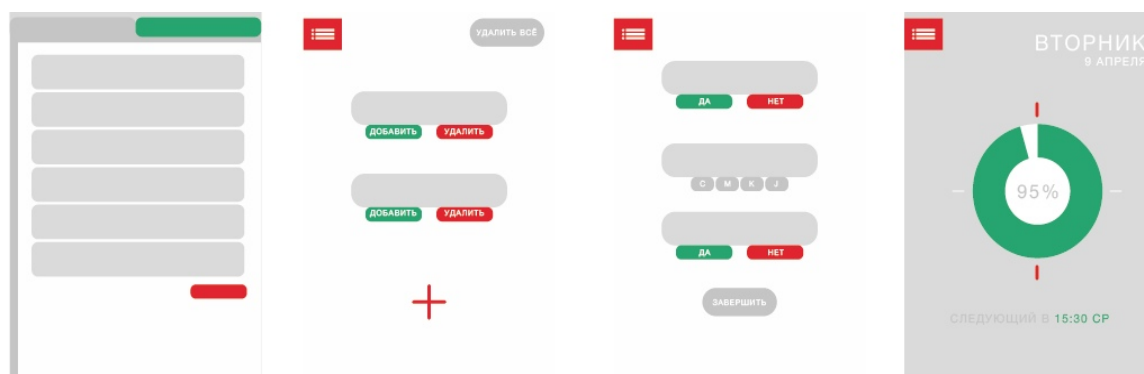


Рис. 2. Основные экраны приложения

Данное приложение будет реализовано на ОС Android и написано на языке программирования Java [3].

Список литературы

1. Реляционная база данных [Электронный ресурс] : URL: https://ru.bmstu.wiki/Реляционная_база_данных.
2. 10 универсальных правил для дизайна мобильных приложений [Электронный ресурс] : URL: https://geekbrains.ru/posts/mobile_design_principles.
3. Герберт Шилдт. Java 8: Руководство для начинающих. 6-е изд. М. : ООО «Вильямс», 2015. 720 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

Ю.В. Колин*

Научный руководитель С.А. Бронов
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель П.В. Авласко
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Проблематика разработки математических моделей электроμηχανических устройств

Проектирование электроприводов переменного тока всегда подразумевает наличие математических моделей используемых в них электродвигателей и электрогенераторов, называемых вместе электроμηχανическими устройствами. В настоящее время эти модели получают вручную. Математические модели всех типов электроμηχανических устройств переменного тока получают по единой методике. Она включает запись по определённым правилам исходных математических выражений и последовательное преобразование их в зависимости от желаемого вида моделей. Это позволяет автоматизировать процесс получения моделей с использованием символьных процессоров универсальных математических программ. Автоматизация получения моделей обеспечивает быстрое формирование моделей в зависимости от потребностей и целей проектирования. Разработка автоматизированной системы формирования математических моделей электроμηχανических устройств для повышения эффективности проектирования электроприводов переменного тока является актуальной задачей.

Исходные математические модели ЭМУ в общем виде

Выбор программы MathCAD обусловлен тем, что он даёт возможность представлять все математические выкладки на обычном листе (рабочем листе MathCAD) в привычной математической форме.

Уравнения математической модели ЭМУ в общем виде может быть представлено в матричной форме:

$$\frac{d\bar{\Psi}(t)}{dt} = -\mathbf{R} \cdot \bar{\mathbf{i}}(t) + \bar{\mathbf{u}}(t) \quad (1)$$

* © Колин Ю.В., 2019

где $\bar{\mathbf{u}}(t) = \begin{bmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \\ \dots \\ u_n(t) \end{bmatrix}$ – вектор питающих напряжений; $\bar{\mathbf{i}}(t) = \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \\ \dots \\ i_n(t) \end{bmatrix}$ – вектор токов обмоток; $\bar{\Psi}(t) = \begin{bmatrix} \psi_1(t) \\ \psi_2(t) \\ \dots \\ \psi_n(t) \end{bmatrix}$ – вектор потокосцеплений обмоток; $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & r_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & r_n \end{bmatrix}$ –

матрица активных сопротивлений обмоток; t – время.

Уравнение электромагнитной связи:

$$\bar{\Psi} = \mathbf{L}[\theta_r(t)] \cdot \bar{\mathbf{i}}(t) + \bar{\Psi}_\mu[\theta_r(t)] \quad (2)$$

где \mathbf{L} – матрица индуктивностей обмоток; $\bar{\Psi}_\mu$ – вектор потокосцеплений от постоянных магнитов (в случае их наличия); θ_r – угол поворота ротора.

Уравнения механического равновесия записываются с учётом второго закона Ньютона для вращательного движения:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\omega_r(t)}{dt} &= \frac{1}{J} [M(t) + M_{st}(t)] \\ \frac{d\theta_r(t)}{dt} &= \omega_r(t), \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где ω_r – угловая скорость ротора двигателя; J – момент инерции вращающихся частей; M_{st} – статический момент нагрузки; электромагнитный момент двигателя.

Электромагнитный момент:

$$M = \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta_r} [\bar{\Psi}^T(\theta_r) \cdot \bar{\mathbf{i}}(t)] = \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial \bar{\Psi}^T(\theta_r)}{\partial \theta_r} \cdot \bar{\mathbf{i}}(t), \quad (1)$$

где символ Γ означает операцию транспонирования матрицы.

Приведённые векторно-матричные уравнения универсальны и охватывают все возможные типы ЭМУ переменного тока.

Различие в конечных выражениях моделей определяется видом матрицы индуктивностей обмоток \mathbf{L} и вектора потокосцеплений с постоянными магнитами ротора (если они имеются) $\bar{\Psi}_\mu$. В них входят постоянные и переменные значения соответствующих величин, а также те или иные зависимости от угла поворота ротора, например, косинусоидальные.

Система автоматизированного формирования математических моделей электромеханических устройств

Общий алгоритм автоматизированного формирования математических моделей ЭМУ приведён на рисунке.

Формирование начинается с задания исходных выражений для конкретного типа ЭМУ. Именно здесь закладываются различия в будущих математических моделях. Главным образом, это различие заключается в выражениях электромагнитного взаимодействия между обмотками, а именно в зависимостях индуктивностей и потокосцеплений от угла поворота. На этой стадии используются схемы электрического и геометрического замещения.

На основании исходных выражений формируется исходная модель, то есть исходные выражения преобразуются таким образом, чтобы сформировать систему дифференциальных уравнений в нормальной форме (форме Коши) с выделением переменных состояния, внешних воздействий (управляющих и возмущающих) и параметров. На этой основе получают выражение для электромагнитного момента, которое является определяющим с точки зрения управления двигателем и характера процессов в нём. Таким образом, подстановка исходных выражений в универсальный алгоритм программы порождает математическую модель того ЭМУ, для которого были заданы исходные выражения.

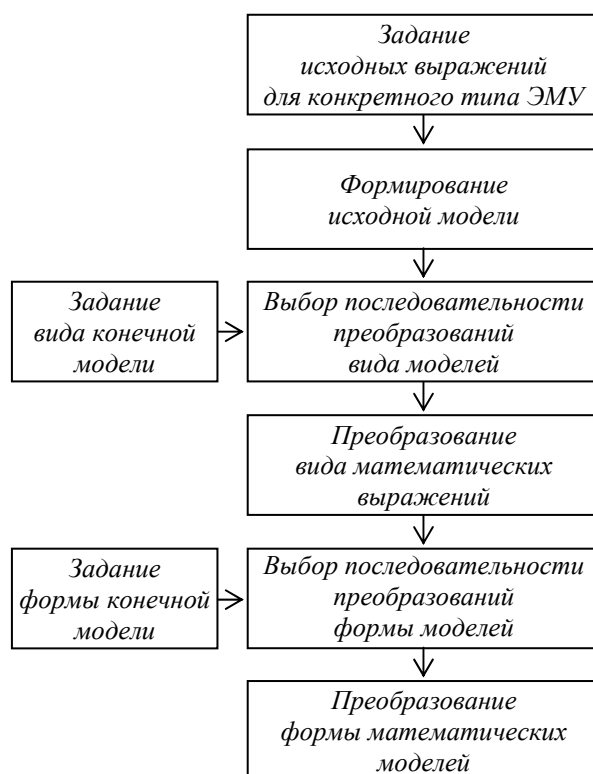


Рис. Обобщённый алгоритм автоматического формирования математических моделей ЭМУ

Полученные модели записаны в естественной (раздельной) системе координат статора и ротора, но часто применяются преобразованные модели.

Основные виды преобразования, также выполняемые разработанной системой: переход к единой вращающейся системе координат с выбором её привязки к той или иной переменной; преобразование числа фаз; преобразование с учётом схемы подключения фазных обмоток (звезда, треугольник и т. п.).

Выводы

Универсальная система получения математических моделей ЭМУ обеспечивает возможность получения моделей для различных типов ЭМУ переменного тока в заданных обозначениях при заданных условиях, что повышает эффективность автоматического проектирования электроприводов.

Таким образом, если обычно автоматизация проектирования предполагала использование готовых моделей, полученных вручную, то в данном случае область автоматизации проектирования расширяется также на процесс получения математических моделей.

**ПЛАГИН ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ
В ОБУЧАЮЩЕЙ СРЕДЕ MOODLE**

П.С. Леванюк, С.Д. Далинкевич*

Научный руководитель Л.В. Макуха
старший преподаватель

Научный руководитель А.Ю. Сидоров
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В последние годы информатизации образования в России уделяется большое внимание. Прежде всего, это делается для того, чтобы повысить показатели эффективности, качества и мобильности образования. Плодами такой информатизации являются системы электронного обучения (ЭО), которые позволяют учащемуся и преподавателю взаимодействовать между собой средствами различных интернет-технологий.

В Сибирском федеральном университете используется одна из самых популярных систем управления обучением – Moodle. Система представляет собой свободно распространяемую CMS (content management system – система управления контентом), которая предоставляет инструменты создания сайтов для онлайн обучения и дальнейшего их управления.

Данная система имеет свои положительные и отрицательные стороны. Одним из ее недостатков является неудобная форма оценивания работ обучающихся. В системах на основе Moodle преподавателю для анализа доступны:

- 1) отчет по оценкам среди всех учащихся за одно задание;
- 2) отчет по оценкам среди всех учащихся за весь курс;
- 3) форма оценивания задания конкретного обучающегося.

Отчеты представляют из себя настраиваемую таблицу, в которой присутствует возможность добавления или удаления столбцов, объединения их в группы и т. д.

В отчете по оценкам за задание можно увидеть ФИО студента, информацию о статусе выполнения им задания (нет ответа, есть ответ для оценки, оценено), перейти непосредственно к оцениванию, просмотреть его работу и комментарии к ней, а также найти другую полезную информацию. Иными словами, такой отчет предоставляет преподавателю широкий спектр возможностей в рамках текущего задания среди всех слушателей. Похожий функционал имеет и форма оценивания задания, однако в ней информация отображена в более подробном виде и для одного конкретного обучающегося.

Отчет по оценкам за весь курс наиболее удобен для преподавателя с точки зрения анализа, так как он позволяет просматривать успеваемость слушателей за весь курс, который может содержать в себе ни один десяток заданий. Однако

* © Леванюк П.С., Далинкевич С.Д., 2019

работа с этим отчетом осложнена. Во-первых, это связано с тем, что в отчете оценка за задание может иметь два состояния: либо непосредственно сама оценка, либо «→». Знак «→» может означать как то, что студент еще не выполнил задание, так и то, что задание выполнено, но не оценено.

Во-вторых, данный отчет хоть и позволяет оценить задание, но не предоставляет возможности просмотра работы студента.

Не предусмотрено и прямого перехода с этого отчета на форму для оценки задания студента. Таким образом, чтобы проверить, отправил ли студент задание на проверку, нужно переходить к отчету по заданию и искать его там, что довольно непростая задача, особенно при большом количестве слушателей на курсе. Все это усложняет работу преподавателя в целом.

Существует несколько вариантов модификации отчетов в системе Moodle. Первый вариант основан на одном из главных достоинств этой системы, ее модульности. Moodle поддерживает установку специальных плагинов, которые можно скачать с официальной библиотеки. Поиск готового решения рассматриваемой проблемы не дал результата.

С другой стороны, существует вариант написания собственного плагина. Однако его внедрение на сервер Сибирского федерального университета повлечет за собой множество сложностей и нюансов, связанных в первую очередь с политикой безопасности.

Поэтому было решено прибегнуть к локальному решению проблемы – при помощи расширения для браузера, которое может быть с лёгкостью внедрено в браузер преподавателя.

Перед началом разработки был проведен опрос преподавателей, в ходе которого было выяснено следующее. Во-первых, для работы они используют такие браузеры, как Google Chrome, Mozilla Firefox, Яндекс Браузер и Opera (указаны в порядке предпочтения), следовательно, необходимо сделать расширение кросс-платформенным. Так как все вышеперечисленные браузеры поддерживают расширения, написанные на JavaScript, то именно этот язык был выбран для реализации. Изначально было принято решение разрабатывать плагин для самого популярного, исходя из опроса, браузера – Google Chrome, а в дальнейшем импортировать разработанный плагин и для других веб-обозревателей.

Также в ходе беседы были определены требования, предъявляемые к самому плагину. Прежде всего, было необходимо избавиться от двойственности знака «→». Для этого были выработаны и определены следующие правила:

- 1) знак «→» используется, если студент ничего не загрузил;
- 2) если студент загрузил отчет позже последнего комментария преподавателя (или комментарий отсутствует) и оценка отсутствует, то знак «→» заменяется на «отчет загружен» и внедряется гиперссылка на форму для оценивания;
- 3) если студент загрузил отчет раньше последнего комментария преподавателя, то остаётся знак «→»;

4) если преподаватель уже оценил работу и выполняется условие (2), то остаётся оценка и происходит внедрение прямой гиперссылки на форму для оценивания;

5. Если преподаватель уже оценил работу и выполняется условие (3), то остаётся оценка без внедрения ссылки.

В ходе работы были проанализированы коды страниц, так или иначе имеющих отношение к рассматриваемой проблеме. Было обнаружено, что ссылка на страницу для оценивания задания формируется из двух главных параметров: ID пользователя и ID задания. Оба эти параметра можно найти в отчете за весь курс. Сформировав и внедрив гиперссылку, можно обеспечить прямой переход на нужную страницу оценки задания для конкретного студента. Это позволит преподавателю просматривать, оценивать и комментировать работу студента без лишних переходов и поисков.

Для получения данных о попытках пользователей было решено использовать страницу, отображающую все попытки пользователей по каждому из заданий. На этой странице была интересна следующая информация:

- 1) ФИО пользователя (гиперссылка);
- 2) статус выполнения задания (нет ответа/есть попытка/оценено).

С помощью встроенных инструментов JavaScript для работы с DOM (Document Object Model – объектная модель документа) был получен доступ к необходимым полям и составлен словарь для каждого задания, ключ которого – это ссылка на пользователя, а значение – статус выполненного задания.

Полное заполнение таблицы нужными свойствами происходит следующим образом:

1) получение списка заданий и формирование гиперссылок для перехода на страницу оценивание каждого из них. Для этого анализируется headers таблицы;

2) по каждой из сформированных гиперссылок направляется запрос, в качестве ответа на который приходит словарь пользователей с актуальным статусом ответа;

3) для каждого пользователя проверяется наличие статуса в словаре. Если условие выполняется, то возвращается HTML объект с нужным статусом;

4) к HTML объекту добавляется гиперссылка, при клике на которую происходит переход непосредственно на страницу оценивания попытки выбранного пользователя.

Так как расширение будет работать на уровне верстки страницы, становится нужным решение проблемы его адаптации к работе на разных электронных курсах, где структура отчета может кардинально отличаться. Во многом это было решено при помощи специального меню настройки, где преподаватель может настроить плагин для работы непосредственно под себя. На рисунке выше приведен пример демонстрации работы расширения.

Выбранный метод хоть и имеет явное преимущество в простоте внедрения и написания, но назвать его идеальным все же нельзя. Прежде всего, это связано с его чрезмерным потреблением ресурсов. При работе плагин анализи-

рует большой объем страниц, равный количеству заданий на курсе. Это не является эффективным ни с точки зрения времени, ни трафика.

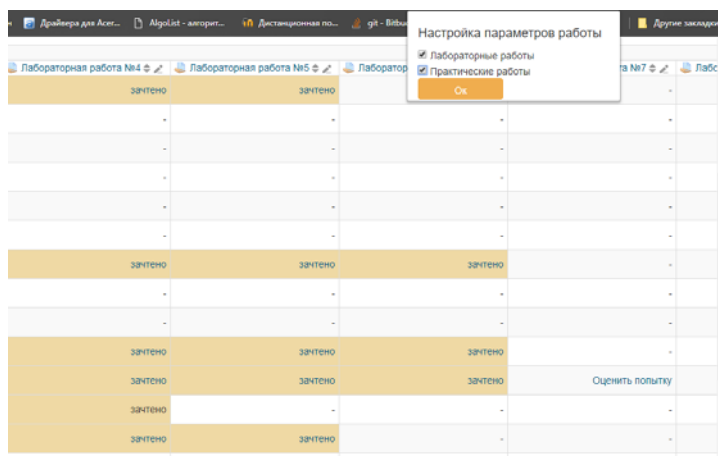


Рис. Демонстрация работы расширения

Решить эту проблему можно при помощи использования API-функций, встроенных в систему Moodle. Это позволит избежать загрузки страниц и их последующего анализа и получать уже форматированные данные напрямую от сервера.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПО ДВИЖЕНИЮ КОНТИНГЕНТА ВУЗА

Т.В. Липунова*

Научный руководитель С.А. Бронов
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Сегодня качество получаемого студентами высшего образования определяется процедурой государственной аккредитации вузов. Обычно под аккредитацией понимается своего рода формальное признание академической программы или учреждения высшего образования в целом внешним органом, на основе определенным образом установленной оценки его деятельности [1]. В основном понятие «качества» образования сводится к соответствию определенным стандартам, которые устанавливаются органами аккредитации.

Процедура аккредитации предъявляет ряд требований к оформлению общих образовательных программ, отчетных документов и касается проверки как кафедр вуза, так и учебного отдела.

Одним из направлений в период аккредитации является проверка документации по движению контингента вуза. Учебный отдел представляет отчет проверяющему, который содержит информацию о количестве студентов при поступлении на определенный год набора и количестве студентов на определенную дату, а также перечень всех приказов по движению контингента. Зачастую в большинстве вузов основная часть отчета по движению контингента формируется и проверяется вручную. Поэтому перед руководством вузов встает вопрос о необходимости внедрения автоматизированной системы, предназначенной для управления движением контингента численности студентов и сопровождающими документами [2].

Управление контингентом вуза рассматривается не только как выбор управляющего решения, оказывающего влияние на объект управления путем изменения величины некоторого параметра в нужных пределах, но и как процесс реализации этого решения посредством выполнения совокупности целенаправленных, логически связанных актов, регламентированных информационно-распорядительными воздействиями (приказами, распоряжениями, указаниями, инструкциями и т.д.), которые проходят определенную траекторию в структуре организации [3].

Движение контингента может осуществляться различными способами:

- зачисление в вуз;
- перевод с курса на курс (о переводе на следующий курс ранее условно переведенных студентов, по итогам промежуточной аттестации по неуважительной/уважительной причине);

* © Липунова Т.В., 2019

- перевод в другую группу (специальность, направление подготовки);
- изменение основы обучения в связи с переводом;
- перевод из другой образовательной организации с установлением срока ликвидации академической разницы;
- перевод на другую форму обучения;
- присвоение квалификации;
- академический отпуск (по состоянию здоровья, семейным обстоятельствам, в связи с призывом на службу в Вооруженные силы РФ, по беременности и уходу за ребенком);
- отчисление (по собственному желанию, за невыполнение обязанностей по добросовестному освоению образовательной программы и выполнению учебного плана, в другую образовательную организацию, за нарушение обязанностей, предусмотренных Уставом, и правилами внутреннего распорядка, в связи с переводом в другую образовательную организацию, как не приступившего к занятиям после академического отпуска по семейным обстоятельствам, за невыполнение условий договора);
- восстановление (о выходе из академического отпуска по семейным обстоятельствам и о предоставлении академического отпуска в связи с призывом на службу в Вооруженные силы РФ, о выходе из академического отпуска по семейным обстоятельствам, восстановлении с установлением срока ликвидации разницы в учебных планах, о восстановлении в связи с переводом в другую образовательную организацию, с последующим отчислением в другую образовательную организацию);
- продление (сроков ликвидации академических задолженностей по итогам промежуточной аттестации, отпуска по уходу за ребенком до достижения им возраста трех лет, академического отпуска в связи с призывом на службу в Вооруженные силы).

Также очень важным критерием является основа обучения – бюджетная либо договорная (платная).

Автоматизированная система по движению контингента основывается на применении базы данных, разрабатываемой в MS Excel. Данная программа обладает рядом преимуществ перед различными аналогами, так как с ее помощью можно работать с большими базами данных, устанавливать с помощью формул и ссылок различные условия, автоматизировать расчеты и т.п. База данных содержит информацию о личных данных студента, сведения об учебной группе, годе поступления, а также о его статусе и передвижении.

Разработка автоматизированной системы по движению контингента позволит эффективно отслеживать движение приказов, формировать отчетные документы, снизить ошибки, связанные с воздействием человеческого фактора.

Список литературы

1. Запрягаев С. А. Аккредитация и обеспечение качества в высшем образовании // Научный журнал «Успехи современного естествознания». Воронеж : Российская Академия Естествознания, 2008. № 4.

2. Петросян Л. Э. Современные подходы процесса движения контингента численности студентов в вузах // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). Ростов, 2014. № 2 (46).

3. Стрельцова Е. Д., Петросян Л. Э. Постановка задачи создания модельного инструментария управления формирования контингента студентов вузов // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19148>.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Е.И. Литвинов*

Научный руководитель С.А. Бронов
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель П.В. Авласко
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Проблема

Индукторный двигатель двойного питания (ИДДП) предназначен для исполнительных электроприводов ответственных установок, в которых сочетаются требования к надёжности, обеспечению низких и сверхнизких скоростей, малым ошибкам регулирования по углу поворота и угловой скорости. В научно-учебной лаборатории систем автоматизированного проектирования (НУЛ САПР) кафедры вычислительной техники ИКИТ создаётся экспериментальная установка для испытаний ИДДП и электроприводов на его основе. Но для проектирования электроприводов с ИДДП необходимо иметь возможность их моделирования, что позволило бы теоретически исследовать процессы в электроприводе перед его реализацией на экспериментальной установке. Для этого нужны модели элементов электропривода, прежде всего самого ИДДП. В НУЛ САПР разработаны такие математические модели, но созданная программа для моделирования ИДДП обладает ограниченной функциональностью и не позволяет моделировать все способы управления двигателем, в том числе новые.

Разработка универсальной программной модели индукторного двигателя двойного питания для исследования процессов в нём при всех способах управления с целью проектирования электроприводов нового типа является актуальной задачей.

Общие принципы разработки математической и программной моделей индукторного электродвигателя двойного питания

Для создания программной модели используется универсальная математическая программа MathCAD. Её выбор обусловлен тем, что математические выражения записываются в привычной математической форме на рабочем листе MathCAD, как на обычном листе бумаги. Возможность использования любых букв латинского, кириллического и греческого алфавитов упрощает перенос в программу привычных обозначений. Наличие внутреннего языка программирования позволяет создавать процедуры значительной сложности.

В НУЛ САПР уже создана программа для моделирования ИДДП, но в ней используется модель ИДДП в форме двухфазного обобщённого электромеха-

* © Литвинов Е.И., 2019

нического преобразователя энергии. Это не позволяет моделировать все способы управления двигателем и изобретать новые.

Цель работы: разработка универсальной программной модели индукторного двигателя двойного питания, обеспечивающей возможность моделирования процессов при всех способах управления.

Задачи, решённые в ходе работы:

1) на основе обзора литературных источников анализ существующих вариантов математического описания ИДДП и выбор наиболее пригодного из них для создания универсальной программной модели;

2) разработка алгоритма функционирования модели ИДДП и его программная реализация;

3) разработка и программная реализация алгоритма моделирования ИДДП с учётом возможности задания различных управляющих воздействий и режимов работы;

4) тестирование разработанной программной модели ИДДП в различных режимах, получение и анализ характеристик, оценка достоверности результатов и адекватности модели.

Результаты работы

Исходные выражения для математического описания ИДДП содержат уравнения электрического и механического равновесия, электромагнитного взаимодействия. В этих уравнениях управляющими воздействиями являются две амплитуды, две частоты и два фазовых сдвига питающих напряжений переменного тока для двух обмоток. Математическая модель реализована в виде трёхфазной модели в естественных координатах обмоток с учётом электромагнитной редукции и возможностью введения геометрической и электрической несимметрии. Выбрана схема подключения обмоток к источнику электропитания в виде звезды с изолированной нейтралью, что характерно для мостовых транзисторных коммутаторов, широко используемых в исполнительных электроприводах малой мощности.

Для моделирования процессов разработаны математические модели источника идеализированного питания с возможностью изменения управляющих воздействий во времени.

Проанализированы возможности программы MathCAD. Ввиду громоздкости исходных математических выражений все необходимые преобразования выполнены с использованием символьного процессора MathCAD, в результате получена математическая модель ИДДП для реализации в виде программной модели.

Тестирование программной модели доказало её работоспособность. Сравнение полученных характеристик с известными экспериментальными показало их качественное совпадение. Количественные оценки адекватности модели будут сделаны позже, когда будет запущена экспериментальная установка. Будут определены возможные режимы работы ИДДП, проведены эксперименты, а затем для тех же самых условий будет выполнено моделирование.

Определённой проблемой в данном случае является параметрическая идентификация модели ИДДП, так как известные расчётные параметры были получены при существенных упрощающих допущениях. В частности, при определении индуктивностей не учитывались насыщение, потери в стали и др. Для уточнения параметров двигателей также будет использована создаваемая экспериментальная установка.

Для определения функциональных возможностей разработанной модели ИДДП выполнено моделирование процессов в нём при различных способах управления.

Рассмотрены следующие способы управления.

Амплитудное управление осуществляется изменением амплитуд первого и второго питающих напряжений по отдельности или совместно. Выявлено, что при уменьшении амплитуды одного из напряжений возникает притормаживание ротора и колебательность скорости с последующим восстановлением скорости. Но угол поворота при этом отстаёт от того, который должен был бы быть без изменения амплитуд. При совместном уменьшении амплитуд этот эффект ещё более существенный.

Частотное управление осуществляется изменением частот первого и второго питающих напряжений по отдельности или совместно. Выявлено, что при изменении частоты напряжения питания одной обмотки происходит изменение среднего значения угловой скорости. Но в начале регулирования при скачкообразном изменении частоты переходная характеристика становится существенно колебательной с медленным затуханием. При увеличении частоты колебательность скорости больше, чем при уменьшении частоты. Поэтому регулирование скорости лучше осуществлять путём выбора той частоты, которую нужно уменьшать. Одновременное изменение частот обоих напряжений питания необходимо осуществлять таким образом, чтобы их разность соответствовала новой желаемой скорости ротора. При этом также можно увеличивать или уменьшать обе частоты. Как и в случае раздельного изменения частот, их совместное изменение желательно производить в сторону уменьшения: в этом случае колебательность скорости меньше.

Фазовое управление осуществляется изменением фазовых сдвигов первого и второго питающих напряжений по отдельности или совместно. Возможны различные варианты фазового управления. Один из них осуществляется следующим образом: обе обмотки запитываются напряжениями с одинаковой частотой, в результате чего ротор ИДДП неподвижен. Фазовый сдвиг одного из питающих напряжений изменяется (на практике это легко можно сделать при цифровом управлении транзисторным коммутатором с широтно-импульсной модуляцией напряжения). Тогда ротор ИДДП поворачивается на угол, равный приращению фазового сдвига (с учётом коэффициента электромагнитной редукции). При этом переходная характеристика по углу имеет колебательный характер. При одновременном изменении фазовых сдвигов обоих питающих напряжений перемещение ротора двигателя также осуществляется, а колебательность переходной характеристики остаётся примерно той же. Возможно

также одновременное изменение нескольких управляющих воздействий – разработанная программная модель позволяет смоделировать любые режимы работы. Эти исследования будут выполняться в будущем при разработке соответствующих систем электропривода.

Выводы

Математическая модель индукторного двигателя двойного питания программно реализована и позволяет исследовать поведение двигателя во всех характерных для него режимах. Результаты работы найдут применения в научных исследованиях, проводимых сотрудниками научно-учебной лаборатории систем автоматизированного проектирования кафедры вычислительной техники ИКИТ СФУ.

ФОРМИРОВАНИЕ СТЕКА СЕРВЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОРТАЛА ДИСТАНЦИОННОЙ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

Ш.З. Мирбадиев, Ю.А. Юринский*

Научный руководитель Т.Н. Иванилова
кандидат технических наук, профессор
Научный руководитель И.А. Буслов
ассистент кафедры системотехники

Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева

В течение последних трёх десятилетий в Российской Федерации накоплен успешный опыт разработки и внедрения информационных систем (ИС) в разные области системы здравоохранения [1]. Однако до сих пор остаётся проблемой восстановление функций организма человека, перенёвшего неврологическое заболевание. Неврологические заболевания (НЗ) находятся в числе ведущих причин смертности и инвалидности в современном мире [2**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] и их число постоянно растёт. Основными причинами роста НЗ являются увеличение продолжительности жизни и увеличение численности населения планеты. Поэтому нейрореабилитация является одним из перспективных направлений современной медицины.

Процесс реабилитации является продолжительным и трудоёмким, таким образом, он почти всегда не укладывается в курс стационарного лечения. Продолжение реабилитации амбулаторно часто невозможно для пациентов, проживающих в отдалённых точках региона. Исходя из этого, существует потребность в создании и внедрении специализированной ИС, с помощью которой врач и пациент смогут взаимодействовать дистанционно.

Дистанционная реабилитация является вариантом телемедицины, предусматривающим использование телекоммуникационных технологий для обмена информацией независимо от географического положения [3**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Организация процесса реабилитации данным способом позволит пациенту находиться в комфортных условиях для проведения курса реабилитации и сохранить полноценный контакт с лечащим врачом, а также проходить программу реабилитации под его контролем, не посещая медицинское учреждение.

Прямых аналогов разработанной ИС портала дистанционной нейрореабилитации нет. Существующие решения либо не реализованы в работоспособную систему (проект инновационного-медико-технологического центра, г. Новосибирск), либо реализованы с использованием медицинского оборудования (дистанционно-контролируемая медицинская реабилитация под руководством К. Лядова, г. Москва), либо не имеют технической поддержки на территории Рос-

* © Мирбадиев Ш.З., Юринский Ю.А., 2019

сийской Федерации и способов коммуникации пациента с лечащим врачом (французская система iGSC «I-CAN»).

Разработанная ИС представляет собой классическое веб-приложение, построенное на свободном программном обеспечении (ПО) [4], и обладает следующими основными возможностями: лечащий врач может назначать, контролировать выполнение и корректировать курс упражнений пациента; пациент может выполнять назначенные упражнения и обладает возможностью к коммуникации с лечащим врачом посредством обратной связи.

Разработанное веб-приложение написано на языке PHP 7.2 с использованием фреймворка Symfony 4 и набора свободных библиотек FFmpeg. Исходя из этих условий возникает вопрос выбора стека ПО для обеспечения непрерывной работы веб-приложения.

В качестве операционной системы (ОС) принято решение использовать CentOS 7. CentOS 7 является дистрибутивом Linux с открытым кодом, основанным на коммерческом дистрибутиве Red Hat Enterprise Linux, и отличается повышенной стабильностью.

Рассмотрим особенности веб-сервера Apache. Apache представляет собой ресурсоёмкий веб-сервер, создающий на каждый пользовательский запрос отдельный процесс или поток, что приводит к нежелательной загрузке системы. Так как пользователи ИС будут в основном пациентами из отдалённых районов, значит, в большинстве случаев веб-сервер будет иметь дело с плохим каналом связи. Тогда при использовании Apache возникнет так называемая проблема медленных каналов, то есть когда процесс на сервере возвращает ответ за N_1 миллисекунд, а клиент способен вычитать данные за N_2 , но уже секунд, а значит процесс не будет выгружаться всё это время из памяти, что приведёт к загрузке сервера. При накоплении таких процессов ресурсы сервера будут заканчиваться, это приведёт к тому, что веб-сервер уйдёт в своп и перестанет отвечать на запросы.

Теперь рассмотрим особенности веб-сервера Nginx. Nginx является простым веб-сервером, у которого во время работы есть один главный процесс и несколько рабочих [5]. Главный процесс отвечает за проверку и чтение файлов конфигурации и управляет рабочими процессами. Рабочие процессы обслуживают одновременно множество запросов. В этом кроется главное отличие веб-сервера Nginx, использующего архитектуру, управляемую событиями, от веб-сервера Apache с потоковой архитектурой.

Предварительное обрабатывание пользовательских запросов с помощью Nginx для Apache позволяет разрешить проблему медленных каналов, то есть тяжёлому процессу Apache не придётся тратить ресурсы сервера на отдачу данных, он будет быстро обрабатывать и умирать, а работу по передаче данных станет выполнять лёгкий процесс Nginx. Другими словами, Nginx будет выступать в роли очень быстрого клиента для Apache.

Для снижения общей нагрузки на сервер принято решение использовать связку из двух веб-серверов: Nginx и Apache. В этой связке Nginx выступает в качестве проксирующего веб-сервера и принимает все запросы, поступающие

на 443 порт по протоколу HTTPS, а запросы, поступающие на 80 порт по протоколу HTTP, будут принудительно перенаправляться на 443 порт. Затем Nginx разделит эти запросы на обращения к статичному содержимому, которые он обработает самостоятельно, и обращения к динамическому контенту, которые направит на 8080 порт для постобработки запроса веб-сервером Apache, выступающем в роли основного веб-сервера. Таким образом, ресурсоёмкому веб-серверу Apache не нужно больше коммуницировать с множеством пользователей напрямую и заниматься отдачей статики, составляющей большую часть трафика.

При выборе базы данных рассматривались только бесплатные реляционные системы управления базами данных (СУБД).

SQLite – компактная встраиваемая СУБД. Этой СУБД несвойственна модель управления параллельным доступом с помощью многоверсионности (MVCC). Вся база данных хранится в одном файле и только один пользователь в один момент времени сможет выполнять с ней какие-либо операции. В SQLite отсутствует возможность администрирования и пользовательского управления [6].

MySQL/MariaDB – одна из самых популярных СУБД для веб-приложений. Простая в установке, не требующая больших затрат при конфигурировании и администрировании [7]. Одним из недостатков данной СУБД является то, что при многопользовательском доступе возникают проблемы, связанные с встроенным механизмом блокировок. Так как в разработанном веб-приложении достаточно много обращений к базе данных, значит при работе с данной СУБД могут возникнуть проблемы при конкурентном доступе к данным.

PostgreSQL – свободная объектно-реляционная СУБД. Сильные стороны PostgreSQL: надежность хранения данных; хороший уровень конкурентного доступа к данным; масштабируемость; развитый язык реализации логики на базе; транзакционный язык описания данных (DDL); соответствие парадигме MVCC [8]. Слабые стороны: несильно быстрые, ресурсоёмкие транзакции; необходимость полноценного администрирования.

Таким образом, принято решение в качестве СУБД для ИС использовать PostgreSQL.

Схематично общая структура сервера представлена на рисунке.

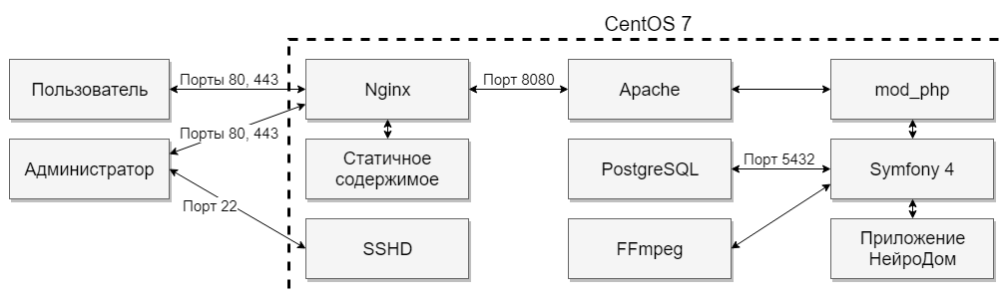


Рис. Общая структура сервера

С помощью ИС портала дистанционной нейрореабилитации у пациентов, проживающих в отдаленных точках Красноярского края, появится возможность прохождения дистанционной реабилитации, что, несомненно, положительно повлияет на здоровье жителей.

Список литературы

1. Управление и экономика здравоохранения : учеб. пособие для вузов / под ред. А. И. Вялкова. 3-е издание. М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. 664 с.
2. Селина М. В. Альцгеймер, Паркинсон и другие [Электронный ресурс] // Научно-образовательный портал IQ. 2017. URL: <https://iq.hse.ru/news/210214607.html> (дата обращения: 04.04.2019).
3. Снопков П. С., Лядов К. В., Шаповаленко Т. В. [и др.] Дистанционная реабилитация: истоки, состояние, перспективы // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016. № 3. С. 141–145.
4. Иванилова Т. Н., Прокопенко С. В., Попов А. А. [и др.] Проектные решения портала дистанционной нейрореабилитации «Нейродом» // Врач и информационные технологии. 2019. № 1. С. 73–80.
5. Архитектура и масштабируемость [Электронный ресурс] // Nginx. URL: http://nginx.org/ru/#architecture_and_scalability (дата обращения: 06.04.2019).
6. Appropriate Uses For SQLite [Электронный ресурс] // SQLite. URL: <https://sqlite.org/whentouse.html> (дата обращения: 07.04.2019).
7. MySQL [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL> (дата обращения: 07.04.2019).
8. 13.1. Introduction [Электронный ресурс] // PostgreSQL: Documentation. URL: <https://www.postgresql.org/docs/11/mvcc-intro.html> (дата обращения: 09.04.2019).

СУЩНОСТЬ МЕТОДА ВИЗУАЛЬНО-ИНЕРЦИОННОЙ ОДОМЕТРИИ

А.В. Моисеев*

Научный руководитель Д.А. Швец
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Что же такое визуально-инерционная одометрия (VIO, Visual Inertial Odometry) и как она работает? VIO оценивает относительное положение и ориентацию движущегося устройства в неизвестной среде, используя камеру и датчики движения. Например, одна камера может оценить относительное положение, но не может обеспечить абсолютный масштаб – фактическое расстояние между объектами или размер объектов. Инерционные датчики обеспечивают абсолютный масштаб и получают значения с более высокой скоростью, тем самым улучшая устойчивость для быстро движущегося устройства. Однако инерционные датчики, особенно недорогие варианты MEMS, склонны к значительным отклонениям в оценках положения по сравнению с камерами. Таким образом, VIO объединяет лучшее из обоих миров, чтобы точно вычислить положение устройства.

Основой VIO является визуальный одометр, основанный на измерении смещения ключевых точек в пространстве, информация о которых получается из анализа последовательности стереоизображений системы технического зрения. Это средство относительной навигации, не требующее наличия стационарных точек отсчета.

Существует два распространённых способа классификации подходов VIO. В случае акцентирования на том, когда визуальные и инерционные значения объединяются, говорят о слабосвязанных (loosely coupled) [1] и тесно связанных (tightly coupled) [2] подходах. Слабосвязанные подходы оценивают движения по изображениям и инерционным измерениям независимо, а затем объединяют обе оценки для получения окончательного результата. Тесно связанные подходы объединяют визуальные и инерционные данные непосредственно на уровне измерения, чтобы совместно оценить состояния всех датчиков и камеры. Хотя слабосвязанный подход является гибким и имеет тенденцию быть более эффективным, тесно связанный подход обычно даёт более точные и надежные оценки движению.

Когда же говорят о том, как визуальные и инерционные значения объединяются, то имеют в виду подходы на основе фильтрации и оптимизации. Подходы, основанные на фильтрации [3], обычно используют расширенный фильтр Калмана (Extended Kalman Filter), в котором распространение/прогнозирование состояния осуществляется путем интеграции измерений инерционных датчиков, а обновление/коррекция определяется визуальными значениями. В проти-

* © Моисеев А.В., 2019

воположность этому, подходы, основанные на оптимизации [4], используют пакетную нелинейную оптимизацию, чтобы напрямую минимизировать ошибки между интегрированным движением, полученным от инерционных датчиков, и движением камеры. После чего оцениваемых с помощью классической минимизации ошибки репроекции. Обычно подходы, основанные на оптимизации, являются более точными, но в вычислительном отношении более дорогими из-за многократной линеаризации.

Метод VIO широко используется в системах локального позиционирования (LPS – Local Positioning Systems), основным предназначением которых является быстрое позиционирование для решения задач навигации на складах, обеспечение автоматической парковки транспортных средств, поддержки действий водителя в закрытых паркингах, при автоматическом вождении в сложной помеховой обстановке.

В настоящее время данный метод также широко применяется в технологиях дополненной реальности. В этом случае информация, полученная с инерционных датчиков устройства, сочетается с анализом видимой сцены, переданной камерой. Программное обеспечение определяет ключевые признаки кадра, отслеживает различия в расположении этих признаков на протяжении всего видеоряда и сравнивает эту информацию с данными инерционных датчиков. В результате получается высокоточная модель положения и движения устройства.

По сравнению с полноценной SLAM (simultaneous localization and mapping – метод одновременной локализации и построения карты) система VIO не требует замыкания траектории (loop closure) и может быть загружена на удаленный сервер. В результате она способна выводить рассчитанные значения с большей производительностью, что имеет решающее значение для решения задач автономной навигации при скоростном перемещении роботов/дронов/транспортных средств, а также критично в задачах снижения симптомов кинетоза (синдром укачивания) у пользователей AR/VR (дополненная и виртуальная реальность) устройств.

При разработке решений VIO разработчик сталкивается с такими проблемами, как:

- нежелательные всплески, обусловленные изменением положения устройства в пространстве, относительно вектора силы тяжести;
- относительная неточность пройденного пути, обусловленная изменением угла наклона устройства по отношению к направлению движения;
- строгие требования к калибровке и синхронизации.

Современные подходы в данной области [5] позволяют достичь высокой измерительной точности при использовании монокулярной VIO, благодаря чему данный метод получил широкое распространение в сообществе робототехники.

Список литературы

1. Weiss S. [et al.] Real-time Onboard Visual-Inertial State Estimation and Self-Calibration of MAVs in Unknown Environments // ICRA 2012 : 2012 IEEE In-

ternational Conference on Robotics and Automation : St. Paul, Minnesota, USA, May 14-18, 2012 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2012). IEEE, 2012. P. 957–964.

2. Forster C. [et al.] On-Manifold Preintegration for Real-Time Visual-Inertial Odometry // IEEE Transactions on Robotics. 2017. Vol. 33. № 1. P. 1–21.

3. Sun K. [et al.] Robust Stereo Visual Inertial Odometry for Fast Autonomous Flight // arXiv:1712.00036 [cs]. 2017.

4. Qin T., Li P., Shen S. VINS-Mono: A Robust and Versatile Monocular Visual-Inertial State Estimator // IEEE Transactions on Robotics. 2018. T. 34. VINS-Mono. № 4. P. 1004–1020.

5. Chen C. [et al.] A Review of Visual-Inertial Simultaneous Localization and Mapping from Filtering-Based and Optimization-Based Perspectives // Robotics. 2018. Vol. 7. № 3. P. 45.

НЕЙРОННЫЙ РЕГУЛЯТОР ДЛЯ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Д.О. Непомнящий, А.В. Тарасов, С.Л. Лещенко*

Научный руководитель О.В. Непомнящий
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При создании перспективных электротранспортных средств нужно уделять особое внимание таким параметрам, как обеспечение долгого срока службы аккумуляторных батарей, «пробег» на одном их полном заряде и расход энергии в пересчете на протяженность трассы. Оптимальных результатов в вышеобозначенных метриках помогает достичь система адаптивного движения колес в различных режимах. Процесс управления электродвигателем посредством системы адаптивного контроля заключается в изменении коэффициентов регуляторов – их тока и напряжения. В зависимости от дорожных условий и изменения режимов заряда и разряда аккумуляторных батарей, режим функционирования системы электропитания постоянно изменяется. В связи с этим для обеспечения эффективного функционирования требуется именно адаптивное управление.

В процессе анализа работ в области адаптивного самоуправления можно четко выделить недостатки систем, описанных в них. Например, адаптивный метод, приведенный в работе [1]. Помимо того, что данный способ решения проблемы применим лишь для одного типа электродвигателей, он не позволяет отслеживать броски тока при снижении его оборотов. В работе [2], базирующейся на принципах нечеткой логики, неизвестны результаты отработки в условиях нестационарности параметров двигателя и, также, не приведено полное решение проблемы расширения границ применения теории скользящих режимов управления и использования теории нечёткой логики.

Исследование известных подходов к решению поставленной задачи приводит нас к выводу о том, что при использовании адаптивных систем управления, функционирующих на основе машинного обучения, могут быть получены значимые результаты. При этом наблюдатель в составе системы управления двигателем может функционировать на основе ПИ-регулятора, формирование коэффициентов которого осуществляется посредством нейросети.

Для реализации нейронного управления электродвигателем нейронную сеть используют в качестве наблюдателя, для её обучения подготавливается массив данных, сформированный на основе «идеальной» математической модели двигателя. Нейронная сеть прогнозирует реакцию системы на случайные воздействия и формирует управляющие сигналы, обеспечивающие оптимальный режим работы, сводя к минимуму разность между идеальным и действительным сигналами.

* © Непомнящий Д.О., Тарасов А.В., Лещенко С.Л., 2019

Для проверки данной идеи нужно было найти оптимальный способ управления системой электродвигателя. Выбор был сделан в пользу векторного регулирования [3], позволяющего контролировать не только величину и частоту напряжения питания, но и фазу. Также он позволяет независимо и практически безынерционно регулировать скорость вращения и момент на валу электродвигателя. Поскольку для вычисления значений регулируемых переменных используются векторные уравнения, это обеспечивает наибольшую точность регулировки и, по мнению авторов, наиболее полно подходит для оптимизации параметров работы двигателя.

При моделировании рассматривались два способа функционирования наблюдателя. В первом случае определяли скорость как производную от угла, а угол согласно (1) [4]:

$$\widehat{\theta}_{\Psi} = \arctg\left(\frac{\widehat{\Psi}_{R\alpha}}{\widehat{\Psi}_{R\beta}}\right), \quad (1)$$

где θ – восстановленный угол; $\widehat{\Psi}_{R\alpha}$ – магнитный поток ротора в проекции α ; $\widehat{\Psi}_{R\beta}$ – магнитный поток ротора в проекции β .

Во втором случае скорость определяли согласно (2), а угол по интегралу от скорости (3) [4]. Полученные результаты приведены на рисунке:

$$\widehat{\omega} = \int \frac{\theta}{t_{\text{filter}}} - \left(\frac{\theta}{t_{\text{filter}}}\right)_{\text{exp}}, \quad (2)$$

где $\widehat{\omega}$ – восстановленная угловая скорость; θ – восстановленный угол; t_{filter} – время экспоненциального фильтра.

Вне зависимости от способа определения скорости и угла имеется интегральная ошибка в определении углов поворота ротора. Кроме того, возникают проблемы с моделированием реверса, потому что выражение (2) формирует только положительные значения скорости. Для решения вышеперечисленных проблем предложено ввести нейросеть в состав регулятора.

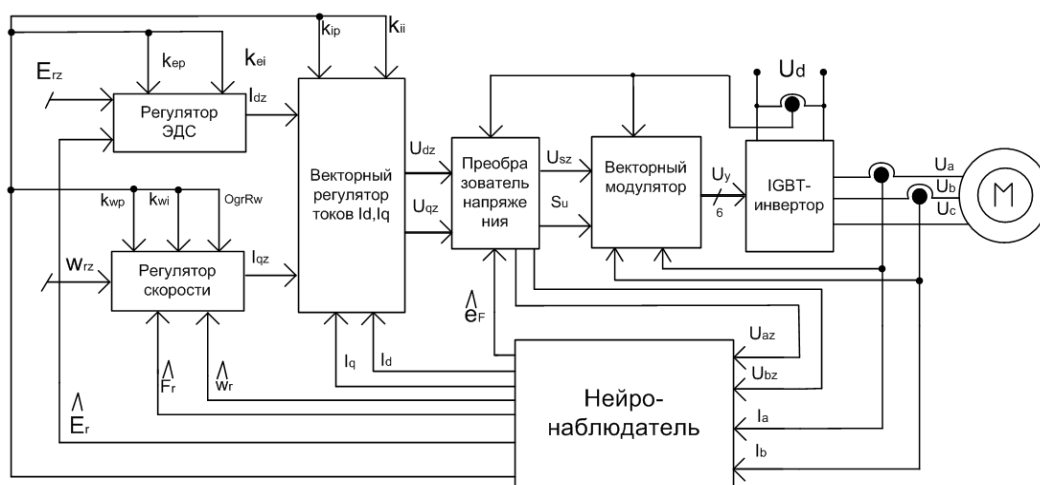


Рис. Нейронаблюдатель в составе ПИ регулятора для управления двигателем

За счет предсказания реакции электродвигателя, время переходного процесса уменьшилось с 0,6 до 0,3 с. При снижении оборотов ротора время переходного процесса также уменьшалось, в связи с чем произошло оптимизировался расход энергии. Адаптивное регулирование коэффициентов нейрорегулятором позволило сделать систему более устойчивой вне зависимости от траектории и условий движения электротранспорта.

Моделирование показало, что интеллектуальное управление электроприводом помогает сэкономить от 30 до 60 % потребляемой энергии по сравнению с нерегулируемым. Помимо того, продлевается срок службы механических узлов посредством уменьшения пусковых токов и бросков момента. Использование нейросети в качестве наблюдателя в системе управления электродвигателем показало наилучшие результаты энергоэффективности электропривода. Также применение нейрорегулятора позволяет сделать выбор коэффициентов полностью интеллектуальным и не требующим вмешательства.

Список литературы

1. Вдовин В. В. Адаптивные алгоритмы оценивания координат бездатчиковых электроприводов переменного тока с расширенным диапазоном регулирования. Новосибирск, 2014.
2. Вишневский В. И. Адаптивный алгоритм нечеткого скользящего управления электроприводом. Чебоксары, 2016.
3. Куликов И. А. Совершенствование средств создания и исследования автомобилей с комбинированными энергоустановками с помощью технологий виртуально-физического испытания / ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ». М., 2016.
4. Калачев Ю. Н. Наблюдатели состояния в векторном электроприводе. М., 2015.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА ДЛЯ ЗАКАЗА КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Д.М. Парфенова*

Научный руководитель М.А. Аникьева
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящее время актуальным является представление и продажа производимой продукции посредством веб-сайтов [1], позволяющая быстро и удобно выбрать понравившийся товар покупателю, а продавцу удобно работать с клиентами и их заказами.

Необходимость веб-сайта для каждого предпринимателя состоит в том, что любой потенциальный клиент сначала ищет информацию в сети Интернет. Веб-сайт предпринимателя позволяет в полной мере обеспечить этой информацией клиента, что служит убедительным доводом для клиента начать работать с этим предпринимателем. Также веб-сайт позволяет предпринимателю отслеживать историю взаимодействия с клиентами и в соответствии с ней выстраивать программу дальнейшего развития бизнеса [2].

Для автоматизации работы с клиентами домашней кондитерской D'Parfe исследуется возможность использования веб-сайта для упрощения работы с клиентами и их заказами. По итогам исследования веб-сайтов, предназначенных для продажи кондитерских изделий, предлагается создать следующие модули: каталог товаров, конструктор тортов, фотогалерея и курсы кондитеров. Использование этих модулей позволит решать следующие задачи: информирования клиентов о доступной продукции, опыте кондитера, предоставления возможности выбрать различные ингредиенты для торта и заказать его, а также возможности заинтересовать клиента, увидев создание кондитерских изделий. Структура сайта представлена на рис. 1.

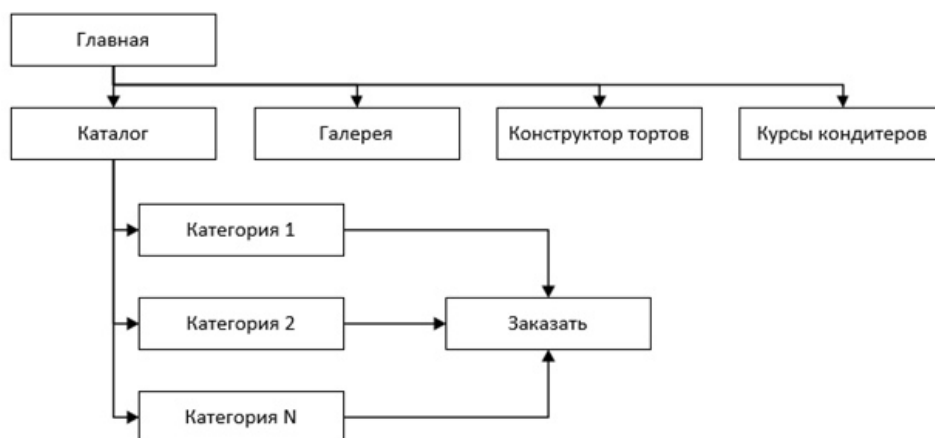


Рис. 1. Структура сайта заказа кондитерских изделий

* © Парфенова Д.М., 2019

В каталоге клиент может оформить заказ на понравившуюся продукцию, в галерее – просмотреть предыдущие работы кондитера. «Конструктор тортов» поможет заказчику более полно увидеть задуманный им торт. Там можно будет выбрать размер, цвет, форму, начинку и декор торта. Модуль «Курсы кондитеров» будет включать программы курсов для обучения, видеоматериалы о процессе создания кондитерских изделий и форму заявки на запись для обучения.

База данных сайта представлена отображением сущностей и связей между ними в виде реляционной базы данных [3]. Схематичное изображение сущностей и связей базы данных приложения представлена на рис. 2.

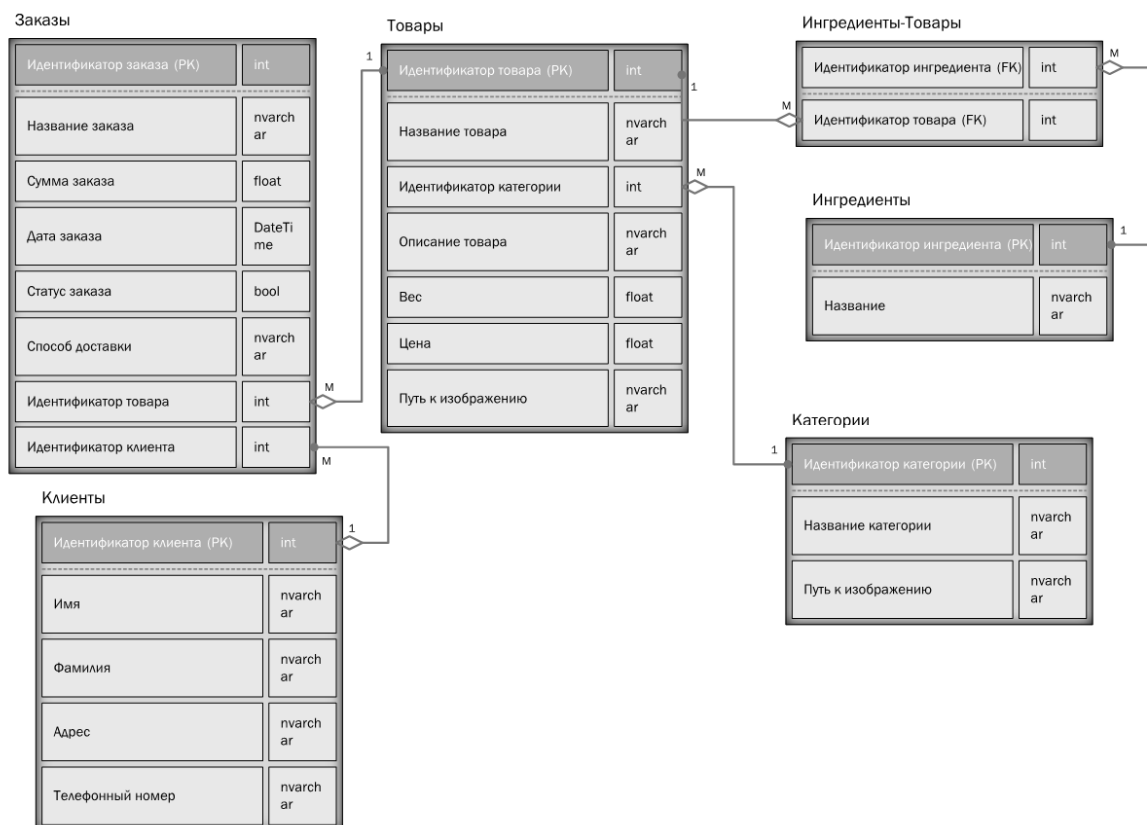


Рис. 2. Схема базы данных сайта заказа кондитерских изделий

Таким образом, разработанный сайт послужит организации работы с клиентами, позволит предоставить клиентам визуальный образ будущего торта, а оформление сайта позволит отличать домашнюю кондитерскую D'Parfe от других подобных разработок.

Список литературы

1. Воройский Ф. С. Информатика. Энциклопедический систематизированный словарь-справочник. М. : Физматлит, 2006. С. 432–945.
2. Успенский И. В. Интернет-маркетинг : учебник. СПб. : СПГУЭиФ, 2003.
3. Дейт К. Введение в системы баз данных / пер. с англ. СПб. : ИД «Вильямс», 2000. 848 с.

СОЦИАЛЬНАЯ СЕТЬ МУЗЫКАЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ. СЕРВЕРНАЯ ЧАСТЬ ПРИЛОЖЕНИЯ

Е.О. Пузырева*

Научный руководитель М.С. Медведев
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время существует очень много социальных сетей. Но все они, как правило, общего назначения, там не уделено должного внимания каким-либо конкретным функциям. Поэтому было решено создать новую социальную сеть, в которой будет основным упор на музыку. Прослушивание, создание плейлистов, новости от исполнителей или групп и т. д.

Необходимо разработать сервер для музыкальной социальной сети, реализующий следующий функционал: авторизация, личный кабинет с возможностью изменения данных, музыка, плейлисты, новости, вопросы, афиша.

Существующие системы имеют множество недоработок, поэтому решено создать новый продукт, учитывая достоинства и недостатки.

Для разработки данного сервера был выбран фреймворк Laravel [1], так как он позволит упростить решение основных задач. Также нам необходимо выбрать базу данных. Поскольку мы выбрали фреймворк Laravel, то будем использовать MySQL [2], так как она автоматически включается в поставку PHP и имеет нужные нам возможности.

API [3] – описание способов, которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой. В нашем случае API служит для связи сервера с мобильным приложением.

Сервер [4] – представляет собой некую программу, работающую на удаленном компьютере и реализующую функционал «общения» с приложениями-клиентами (слушает запросы, распознает переданные параметры и значения, корректно отвечает на них).

Клиент [5] – в нашем случае программа на мобильном устройстве, которая умеет формировать понятный серверу запрос и читать полученный ответ.

Алгоритм взаимодействия мобильного приложения с сервером.

Мобильное приложение через API подключается к серверу, посылает запрос на получение данных, например, список плейлистов. Сервер принимает его, обрабатывает и при корректном запросе, отдает нужные данные.

Проект разделен на несколько важных частей – модели, контроллеры, маршруты.

Модель должна содержать всю бизнес-логику нашего сервиса. Или, другими словами, то, как наш сервер взаимодействует с базой данных. Каждая модель должна быть представлена в БД таблицей. В моделях мы должны прописать все поля нашей таблицы.

* © Пузырева Е.О., 2019

Контроллеры. В них находится основная логика всего проекта. То есть когда серверу приходит запрос, например, передать какие-то данные, то обращаться за этими данными к БД будет именно контроллер. В них прописаны все методы проекта.

Маршрутизация. В данной фреймворке существуют маршруты, так называемые роуты. В Laravel маршрутизация предназначена для направления запроса к соответствующему контроллеру. То есть серверу через API приходит запрос от мобильного приложения, далее он выбирает нужный ему маршрут и по нему он направляет запрос в нужный контроллер.

Общий алгоритм взаимодействия состоит в том, что запрос приходит через API в роуты, среди них выбирается нужный. Через нужный роут происходит обращение к контроллеру, который указан в данном роуте. В контроллере описаны различные методы и из них выбирается тот, который в запросе. Далее выполняется выбранный метод (контроллер через модели обращается к базе данных и берет нужные данные). После этого данные отправляются через API мобильному приложению. Алгоритм представлен ниже на рис. 1.

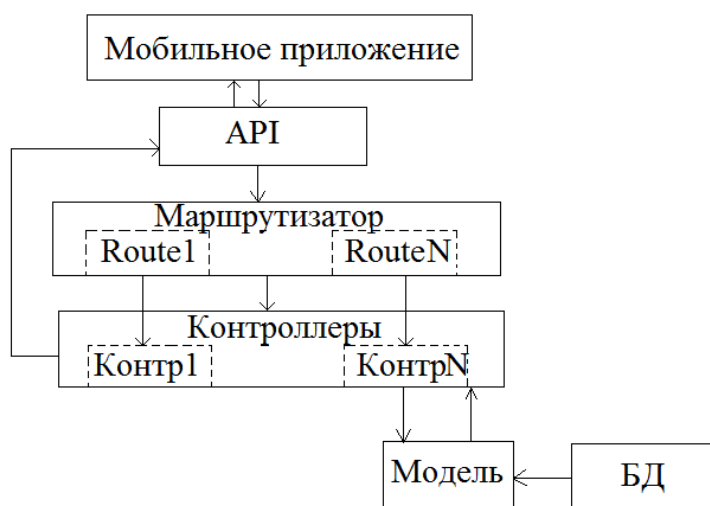


Рис. 1. Алгоритм взаимодействия модулей сервера

Механизм формирования запроса является типовым для данного типа приложения. Клиент отправляет url-запрос серверу вида «<http://localhost/api/music>», сервер отправляет ответ в виде JSON-файла.

Для раздела «Музыка» создана модель, таблица в базе данных, контроллер и маршрут. Модель представляет собой необходимые поля таблицы и связи между остальными сущностями.

В контроллере прописаны методы для добавления трека, обновления информации о нем и удалении.

В маршруте прописаны два POST-запроса для добавления и обновления соответственно и один GET-запрос для удаления.

Для последующих сущностей модели, таблицы, контроллеры и маршруты созданы по тому же принципу.

В данном проекте создано 8 моделей, соответствующих таблицам в базе данных. Таблицы базы данных и их связи представлены на рис. 2.

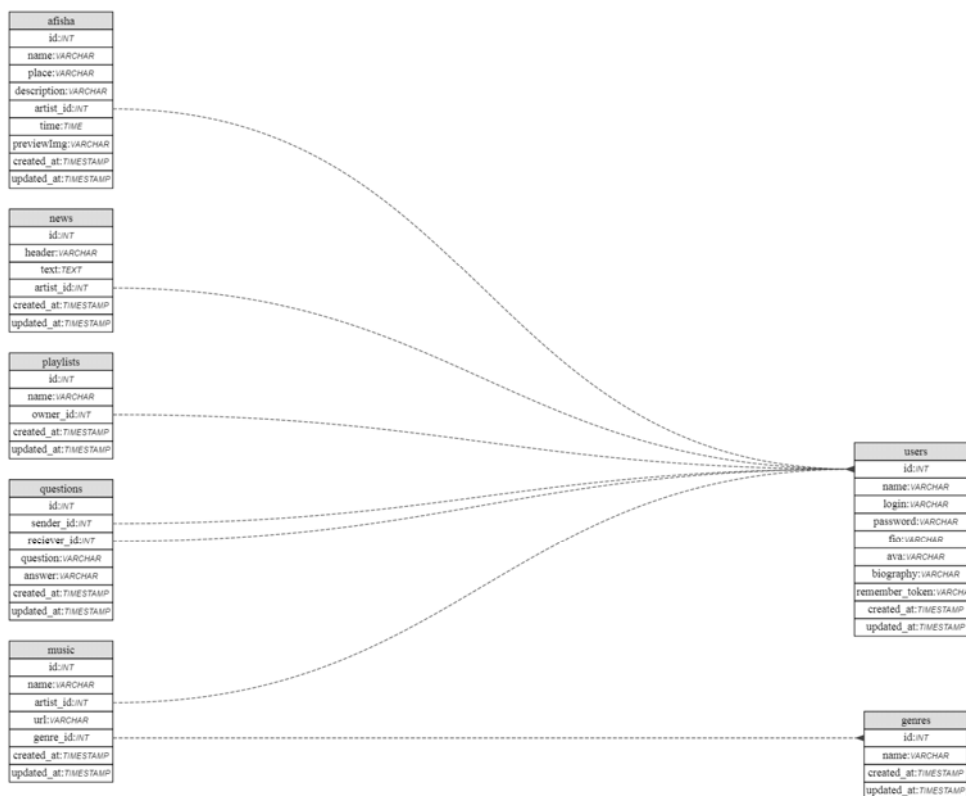


Рис. 2. Таблицы сущностей со связями

Итог работы – серверная часть социальной сети музыкальной направленности. Для того чтобы установить и запустить данный сервер, необходимо установить требуемые программы для запуска, через командную строку перейти в каталог проекта, настроить подключение к базе данных в файле. env.example, сохранить этот файл под именем. env, выполнить миграции и запустить сервер.

Список литературы

1. Laravel – фреймворк нового поколения [Электронный ресурс]. URL: <http://laravel.su>.
2. MySQL [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/MySQL>.
3. Что такое API [Электронный ресурс]. URL: <https://guidepc.ru/articles/что-такое-api-i-dlya-chego-on-mozhet-ponadobitsya>.
4. Сервер. Что это такое [Электронный ресурс]. URL: <https://ruinterbiz.ru/что-такое-server-i-dlya-chego-on-nujen.html>.
5. Технология клиент-сервер [Электронный ресурс]. URL: <http://mirznanii.com/a/122195/tekhnologiya-klient-server>.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКОВЫХ ПРОГРАММ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ПАРАЛЛЕЛИЗМА

Д.С. Романова*

Научный руководитель А.И. Легалов
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Сегодня в мире в области программирования все больше внимания уделяется повышению производительности вычислительных систем. Наряду с последовательным программированием активно развивается и параллельное программирование. Основным преимуществом такого вида программирования является возможность получения более высокой производительности программ по сравнению с последовательным программированием [1].

Также, в связи с бурным развитием процесса автоматизации производственной сферы жизни, на предприятиях все чаще используются многоядерные системы, позволяющие повысить быстродействие с помощью распараллеливания исполняемых процессов. Поэтому считается актуальным рассмотрение различного рода параллелизма с целью повышения скорости исполнения программ.

Сегодня основной проблемой параллельного программирования является проблема переносимости программ. Следовательно, разработка параллельных программ в работе производилась на языке ПИФАГОР, в основе которого лежит модель вычислений, описывающая управление вычислениями по готовности данных, не связанное ресурсными ограничениями [2].

Распараллеливание операций – перспективный путь повышения производительности вычислений. Существует следующие уровни параллелизма:

- микроуровневый параллелизм;
- параллелизм на уровне команд;
- параллелизм на уровне потоков;
- параллелизм уровня заданий.

Также можно условно классифицировать параллелизм по степени granularity: мелкозернистый, среднезернистый и крупнозернистый [3].

При создании параллельных программ наиболее перспективными являются методы разработки на основе описания информационных зависимостей алгоритма. В этом случае информационный граф определяет максимальный уровень параллелизма, а последующие преобразования (например, трансляция программы) позволяют учесть те требования, которые определяются конкретной параллельной вычислительной системой.

Для описания существующих информационных зависимостей в выбираемых алгоритмах решения задач часто используется модель в виде графа алгоритмов. В рамках решения проблемы поиска наиболее эффективных способов

* © Романова Д.С., 2019

распараллеливания алгоритмов для исследования были взяты ряд простых математических операций.

В данной работе рассматриваются два метода нахождения минимума в массиве с различного рода распараллеливанием алгоритма.

1. Турнирный метод.

Алгоритм метода заключается в следующем:

- сначала необходимо задать значения `leftIndex` и `rightIndex` первому и последнему элементу массива соответственно;
- далее переменной `min` присваивается значение первого элемента массива;
- если размер массива 1, то возвращаем это значение;
- далее делим исходный массив на два равных подмассива (допустим, это будут массивы `leftArray` и `rightArray`);
- рекурсивно находим минимальный элемент массивов `leftArray` и `rightArray`;
- для нахождения минимума исходного массива сравниваем минимумы массивов `leftArray` и `rightArray`.

Временная сложность данного алгоритма равна $O(n)$. Для дальнейшего сравнительного анализа данного метода со вторым методом нахождения минимального элемента в массиве также было подсчитано количество сравнений в общем случае. Для турнирного алгоритма оно равно $1.5n-2$, где n – количество элементов в массиве (что гораздо меньше, чем для последовательного алгоритма, равного $2(n-1)$).

2. Метод попарного сравнения.

Данный алгоритм имеет такую же вычислительную сложность, как и турнирный метод.

Алгоритм метода:

- если n – нечетное, то присваиваем значение `min` первому элементу в массиве, если n – четное, то за `min` берем минимальное из первых двух элементов;
- для всех остальных элементов, берем их попарно, находим минимальный элемент и сравниваем его с заданным `min` [4].

Количество сравнений для данного метода будет зависеть от количества элементов, содержащееся в исходном массиве. Если это число четное, то это показатель будет равен $1 + 3 * ((n-2)/2) = 1.5n-2$, в противном случае будет $1 + 3 * ((n-3)/2) + 2 = 1.5n$ сравнений. Эти значения близки к значениям, полученным в Турнирном методе.

При разработке параллельных алгоритмов решения задач вычислительной математики принципиальным моментом является анализ эффективности использования параллелизма, состоящий обычно в оценке получаемого ускорения процесса вычисления (сокращения времени решения задачи). Для описания существующих информационных зависимостей в выбираемых алгоритмах решения задач может быть использована модель в виде графа алгоритмов. Для оценки параллелизма в алгоритмах чаще всего используют его ярусно-

параллельную форму (ЯПФ). И одна из основных характеристик сложности алгоритма в данном случае является время t – число ярусов (высота) дерева вычислений или критический путь в графе [5].

Для данных двух методов были построены ЯПФ. Их анализ показал, что для турнирного метода $t = 4$, а для метода сравнения в парах – 6. По данному показателю турнирный метод оказался более эффективным. Основные результаты сравнительного анализа двух алгоритмов для решения одной задачи приведены в таблице.

Таблица

Сравнительный анализ двух методов нахождения минимума

Метод	Количество сравнений	Временная сложность	Число ярусов
Турнирный	$1.5n-2$	$O(n)$	4
Сравнение в парах	$1.5n-2$ (если n – четное) $1.5n$ (если n – нечетное)	$O(n)$	6

В данном случае эффективнее турнирный метод.

После проведенного анализа следует отметить, что существует множество различных способов более эффективного нахождения минимума в массиве и решения других простых математических задач, не рассматриваемы в рамках данной работы. Эффективное использование параллелизма различной степени при разработке алгоритмов для решения более сложных задач может значительно повысить производительность системы. С применением потокового языка более глубокая работа по поиску эффективных способов распараллеливания алгоритма может стать значительно легче. В ходе дальнейшей работы по данному направлению предполагается работа в сторону разработки системы, повышающей производительность систем.

Список литературы

1. Немнюгин С., Стесик О. Параллельное программирование для многопроцессорных вычислительных систем. СПб., 2002.
2. Легалов А. И. Функциональный язык для создания архитектурно-независимых параллельных программ // Вычислительные технологии. 2005. № 1 (10). С. 71–89.
3. Binstock A. Maximizing Performance with Fine-Grained Parallelism. Intel corporation web-site. URL: <https://software.intel.com/en-us/articles/maximizing-performance-with-fine-grained-parallelism> (20.02.2019).
4. Maximum and minimum of an array using minimum number of comparisons. A computer science portal for geeks (electronic courses). URL: <https://www.geeksforgeeks.org/maximum-and-minimum-in-an-array> (20.02.2019).
5. Миллер Р., Боксер Л. Последовательные и параллельные алгоритмы // Бином. Лаборатория знаний, 2006. С. 406.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ СЕРВИСА МЕДИЦИНСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

А.Г. Рубан *

Научный руководитель Д.А. Кузьмин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В современном мире IT-технологии играют огромную роль в развитии медицинской науки. Без них не обходится учет и обработка, полученной в медицинских исследованиях информации. Одной из мировых тенденций является создание глобальных сервисов, позволяющих собирать и анализировать полученную информацию. К таким сервисам относятся, например, проекты, использующие когнитивную облачную платформу IBM Watson для анализа огромного количества медицинских данных, таких как изображения с УЗИ, рентгеновские снимки и другая графическая информация, позволяющая уточнить диагноз человека и выдать рекомендации по лечению.

В России можно наблюдать развитие специализированных сервисов для мониторинга здоровья, организации медицинского обслуживания населения. Примерами таких сервисов являются «Личный кабинет пациента», веб-сервис ПУМП, web-кабинет «Медархив», «НормаСахар» и др [1]. Представленные сервисы обладают схожим функционалом и в основном направлены на ведение медицинской карты, учета пациентов и организацию онлайн-записи к лечащему врачу. При этом на сегодняшний день актуальным вопросом является создание специализированных сервисов для проведения медицинских исследований, объединяющих данные медицинских учреждений, позволяющих обмениваться этими данными с мировыми медицинскими сообществами, использовать уже накопленные знания.

IT-компании, развивающие решения в области мобильных устройств, активно внедряют фитнес-приложения на базе специализированных фитнес-браслетов, позволяющих пользователям мониторить свое состояние во время физической активности, функционал многих таких устройств уже близок к медицинским. Так, Apple Watch отслеживают показатели сердца и сразу сообщают об отклонениях.

В настоящее время фитнес-браслеты набрали огромную популярность и широко распространены по всему миру благодаря своей относительно невысокой стоимости и возможности использования их в разрабатываемых мобильных приложениях.

Видно, что развитие подобных устройств идет в сторону расширения мониторинговых функций, соответственно, подобные устройства с успехом могут применяться в специализированных медицинских сервисах.

* © Рубан А.Г., 2019

Исследование существующих web-ресурсов по медицине показало, что до сих пор отсутствует полноценный сервис медицинского тестирования, где можно будет собирать большое количество данных по здоровью пациентов со всего мира. Поэтому возникает необходимость создать такой ресурс, а так как существует тенденция внедрения фитнес-трекеров в медицинские технологии, нужно использовать возможности этих устройств в разрабатываемом сервисе.

Основным функционалом web-сервиса медицинского тестирования является предоставление медицинским работникам интерфейса для создания медицинских тестов различного типа и способов обработки полученного результата, например, в виде теста, в виде изображений и в виде прикрепленных документов для распознавания результатов, а также предоставление возможностей для создания модулей анализа данных.

Сервис должен обеспечить возможность мониторинга состояния пациентов на основании результатов тестирования и прогнозировать возможные риски заболеваний.

В то же время существует потребность в разработке мобильного приложения, так как оно позволит пользоваться клиентам сервиса в любом месте и независимо от времени, а также предоставит возможность мониторинга состояния пациента с помощью фитнес-браслета, полученные данные которого будут передаваться на сервер.

Поэтому, помимо функции прохождения пациентами диагностических тестов, в мобильном приложении предоставляется возможность передачи с фитнес-трекера таких данных, как частота сердечных сокращений, содержание кислорода в крови и контроль режима сна, эта информация необходима врачам для исследования сердечно-сосудистых заболеваний.

Это позволит сделать обследование более комфортным. Сейчас для сбора такой информации используется холтер-мониторинг – устройство, которое имеет значительные габариты и вес в сравнении с фитнес-браслетом.

Другие параметры такие, как шагомер, можно использовать при диетологических исследованиях. С другой стороны, в браслет можно встроить и другие сенсоры – например, глюкометр или кардиомонитор, что позволит следить за дыханием человека, за его уровнем стресса и за различными типами мозговой активности.

Для реализации представленного медицинского сервиса требуется разработать архитектуру программного обеспечения. Но, чтобы это осуществить, первоначально необходимо определиться с методом подключения фитнес-браслета к мобильному приложению.

Существует два основных способа передачи данных с фитнес-трекера: Google Fit API или стороннее специализированное SDK для определенной фирмы фитнес-браслета. От выбора способа зависит построение архитектуры разрабатываемого программного обеспечения.

Google Fit API сохраняет данные пользователя у себя на облаке и оттуда непосредственно происходит считывание информации (рис. 1). Однако такой способ имеет ряд недостатков, одним из которых является возможность хране-

ния одного устройства в один период времени, то есть при перезагрузке адаптера Bluetooth, необходимо постоянно переподключать устройство к приложению.

Другим недостатком является зависимость от компании Google и платная подписка, что не позволит охватить наибольшую аудиторию для проведения исследований.

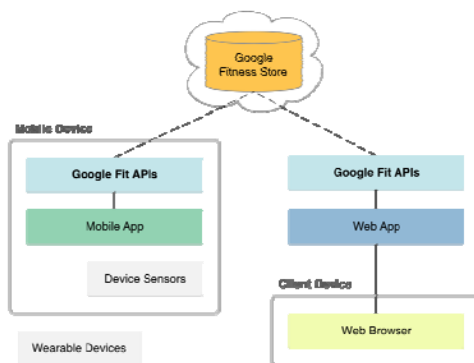


Рис. 1. Google Fit API

Второй способ передачи – через SDK конкретных фирм. Так как единого API не существует для всех моделей фитнес-браслетов, необходимо выбрать определенную модель. По статистике одним из самых популярных таких устройств является Xiaomi Mi Band последних поколений. Для считывания требуемых данных существуют библиотеки из разных стран, которые можно использовать в свободном доступе.

После выбора способа передачи и определения функционала была построена архитектура программного обеспечения (рис. 2).

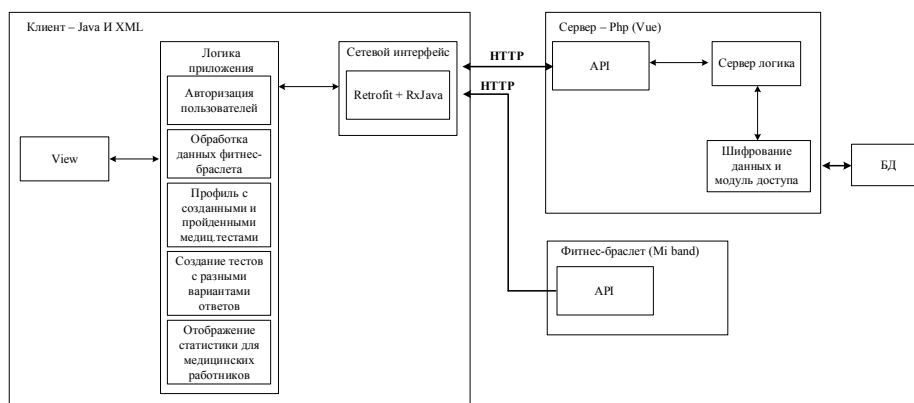


Рис. 2. Архитектура ПО

Для написания клиента был выбран язык программирования Java для разработки логики и XML для представления интерфейса пользователя, эти языки являются стандартными для написания приложений под Android. Для связи с сервером, чтобы передавать данные при авторизации, регистрации, передачи созданных тестов, считывание с фитнес-браслетов и других параметров, была

использована библиотека Retrofit совместно с RxJava. Использование такой комбинации позволяет ожидать поток данных для обработки в любой момент времени, при этом есть гарантия сохранения информации при передаче. Для связи с фитнес-браслетом необходимо использовать SDK MiBand, которое позволит легко считать всю требуемую информацию и передать в отдельном потоке.

Самая важная проблема разрабатываемого медицинского сервиса – это предоставление личных данных пациентов и их хранение в базе данных. Это связано с выходом федерального закона РФ от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных». Для решения представленной проблемы нужно ввести проверку на согласие обработки персональных данных клиентов, а также дополнительного использования шифрования в базе данных, где будет храниться основная информация клиента.

В перспективе на сервисе будет разрабатываться такой дополнительный функционал, как индивидуальная связь с врачом для оказания первичного лечения, что будет сильно экономить время пациентов и врачей. Возможно, в экстренных ситуациях это спасет людям жизни. Также существует возможность подключения нейронных сетей и искусственного интеллекта со стороны сервера для возможности более точного прогнозирования и медицинских исследований.

Список литературы

1. Максимов Д. Е., Мишкина А.И., Карась С.И., Финченко Е.А. Персонализированные медицинские web-сервисы // Бюллетень сибирской медицины. 2014. Т. 13. № 5. С. 130–137.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ПОСЕЩАЕМОСТИ С ПОМОЩЬЮ КОРПОРАТИВНОЙ СЕТИ WI-FI

И.А. Русак*

Научный руководитель Ф.А. Казаков
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

При проведении мероприятий в университете бывает необходимо оценивать количество присутствующих. В данный момент для контроля посещаемости аудиторных занятий студентами существуют несколько способов, одним из которых является ведение журнала посещаемости учебных групп старостами и преподавателями. Этот метод занимает некоторое время, которое можно уделить обучению, в связи с чем необходимо создать новый способ учёта посещаемости с меньшими затратами времени сотрудников и студентов.

В результате развития «интернета вещей» (internet of things, IoT) у большинства жителей городов имеется как минимум одно устройство с доступом в интернет при выходе из дома. К тому же во всех крупных организациях имеется корпоративная сеть с беспроводным доступом (Wi-Fi). Сейчас достаточно использовать данные об устройстве для определения факта присутствия пользователя.

При анализе готовых решений было выявлено, что на мировом рынке существует не менее 20 подобных проектов навигации внутри зданий (например, «Google Maps Floor Plan Market» от Google [1], «WifiSLAM» от Apple [2] и т.д.), но эти проекты рассчитывают местоположение со стороны клиента и находятся в процессе развития, а использование этих сервисов для данной задачи в ближайшей перспективе не представляется возможным [3].

Если отслеживать местоположение не со стороны пользователя, а со стороны администрации организации, то не подойдут стандартные способы геопозиционирования, так как у организации нет доступа к информации GSM-операторов и GPS-спутников. Для определения местоположения внутри помещения возможно использовать корпоративную сеть с возможностью беспроводного подключения (Wi-Fi).

В данном случае из списка пользователей, подключённых к корпоративной сети, отбирается группа подключённых к определённой точке доступа и сверяется с расписанием занятий. Но если пользователь не авторизован в корпоративной сети, появляется проблема неполного охвата обучающегося контингента.

Для решения данной проблемы решено создать программное решение, которое будет производить пассивный мониторинг Wi-Fi-эфира.

В основе пассивного мониторинга сети с беспроводным доступом – прослушивание запросов Probe Requests. Это широковещательный запрос, который

* © Русак И.А., 2019

отправляют клиенты для определения точек доступа Wi-Fi, находящихся поблизости. Устройство отправляет их в пассивном режиме, для этого необходимо, чтобы на нём был включен Wi-Fi.

Технически сетевые пакеты, рассматриваемые в данном подходе, могут содержать следующие данные [4]:

- исходный адрес (MAC-address);
- SSID (идентификация точки доступа);
- поддерживаемые характеристики обмена (например, скорости);
- дополнительные данные силу сигнала RSSI и др.;
- расширенные характеристики;
- информация, добавленная конкретным производителем.

Из данного списка интересует физический адрес (MAC-адрес) клиента для идентификации устройств. Данная информация записывается в файл с пометкой времени, теперь известно, сколько устройств с включенным Wi-Fi находятся в зоне действия точки доступа в определённый момент. После получения данных необходимо сопоставить каждой точке доступа охватываемые помещения, далее известно примерное местонахождение пользователей, с учётом некоторой погрешности.

Для более точного анализа необходимо сопоставить MAC-адреса учебным группам, а возможно и устройствам конкретных пользователей. Получаем список студентов, находящихся в зоне охвата определённой точки. Для более точного определения местоположения берётся расписание занятий и данные о учебных группах, вследствие чего формируется статистика посещаемости в процентах.

В результате проделанной работы создана система, позволяющая динамически отслеживать статистику посещаемости мероприятий в учебном заведении.

Список литературы

1. Google Maps Floor Plan Marker [Электронный ресурс]. URL: <http://maps.google.com/help/maps/floorplans>.
2. WiFiSLAM, Indoor GPS [Электронный ресурс]. URL: <https://angel.co/wifislam>.
3. Гмарь Д. В. Кротенок К. И. Навигация внутри зданий с использованием беспроводной сети // Информационные технологии XXI века. 2013. С. 158–163.
4. Намиот Д. Об анализе статистики мобильных посетителей // Автоматика и вычислительная техника. 2014. № 3. С. 40–51.

СИСТЕМА УСТАНОВЛЕНИЯ ДИАГНОЗА ДЛЯ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ «ICF WIZARD»

В.А. Семенов, И.В. Василенко*

Научный руководитель Т.Н. Иванилова
кандидат технических наук, доцент

Сибирский государственный университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева

В настоящее время в медицинских учреждениях, занимающихся реабилитацией, вводится Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ), которая дает возможность точно описать состояние тех или иных функций и здоровья не только людей со стойкими функциональными нарушениями (инвалидов), но и пациентов с временными функциональными отклонениями и трудностям во взаимодействии с окружающей средой [1].

Так как справочник МКФ имеет большой объем и многоуровневую структуру, было решено разработать автоматизированную информационную систему постановки реабилитационного диагноза со встроенными электронным справочником МКФ, автоматизированными медицинскими шкалами и тестами.

Информационная система (ИС) представлена в виде настольного клиент-серверного приложения для операционных систем семейства Windows. Языком программирования для разработки был выбран с# [2]. В качестве сервера базы данных используется PostgreSQL.

Разрабатываемая система реализует три роли пользователей со следующими функциональными возможностями:

- администратор – может регистрировать в программе новых пользователей и создавать бригады врачей;
- руководитель междисциплинарной бригады (МДБ) – может создавать новых пациентов, работать с пациентами и использовать электронный справочник МКФ;
- врач – может делать то же, что и «Руководитель МДБ», кроме регистрации новых пациентов.

Рассмотрим основной принцип работы ИС на примере роли «Руководитель МДБ». Авторизуясь в системе, пользователь попадает на окно со списком пациентов. Выбрав пациента, пользователь переходит в окно «О пациенте» (рис. 1). В открывшемся окне можно просмотреть текущее состояние выбранного пациента, отредактировать информацию о пациенте, добавить новый диагноз из встроенного справочника МКФ, посмотреть предыдущие эпизоды лечения, выписать пациента или принять на повторное лечение.

При формировании диагноза пациенту используется встроенный справочник МКФ (рис. 2) с прикрепленными к определенным функциям медицинскими тестами и шкалами (рис. 3).

* © Семенов В.А., Василенко И.В., 2019

Справочник МКФ Отчет Выход

Текущий статус: История болезни

ФИО: Пушкин Александр Сергеевич Редактировать пациента

Дата поступления: 3.4.2019

Текущий анамнез

Боль в правой ноге

Добавить диагноз Назад

Должность врача	Дата приема	Идентификатор функции	Описание функции	Определитель	Цель
Медицинский психолог	04.04.2019	b215	Функции структур, примыкающих к глазу	4	1

Принимать пациента

Рис. 1. Окно «Карта пациента»

Данн	Название	Номер	Глава	Описание
b	Функции организма	17	1	Обучение и применение з
d	Активность и участие	18	2	Общие задачи и требова
e	Факторы окружающей среды	19	3	Общение
s	Структуры организма	20	4	Мобильность
		21	5	Самообслуживание
		22	6	Бытовая жизнь
		23	7	Мобильность в обществе

0 НЕТ проблем (никаких, отсутствуют, ничтожные, ...) 0-4%
 1 ЛЕГКИЕ проблемы (незначительные, слабо...) 5-24%
 2 УМЕРЕННЫЕ проблемы (средние, значимые, ...) 25-49%
 3 ТЯЖЕЛЫЕ проблемы (высокие, интенсивные, ...) 50-95%
 4 АБСОЛЮТНЫЕ проблемы (полные, ...) 95-100%
 8 не определено
 9 не применимо

Состояние: 0 / 0
 Цель: 0 / 0

Добавить
Отмена

Заполнить по шкале

Рис. 2. Окно «Справочник МКФ»

Заполнение шкалы

Отмена

Тест для руки Френчай

Время на заполнения теста: 10 минут.

Если у больного выраженный когнитивный дефицит или речевые нарушения, препятствующие пониманию команд, следует использовать альтернативные источники коммуникации. Если пациент находится без сознания, то он получает 0 баллов.

Инструкция:

- Исходное положение для каждого задания: сидя за столом, руки лежат на коленях
- Все задания выполняются пораженной рукой

1 / 5 вопросов

Удержать линейку паретичной рукой и с ее помощью начертить линию, держа карандаш в другой (непораженной) руке. Задание считается выполненным успешно, если линейка удерживается стабильно

ДА НЕТ Далее

Рис. 3. Окно «Заполнение шкалы»

После формирования реабилитационного диагноза руководитель МДБ формирует отчеты:

- детализированный и сгруппированный по специалистам приемный статус пациента;
- реабилитационный диагноз пациента в кодировке МКФ;
- программу реабилитации пациента, сформированную в ИС по результатам работы МДБ.

Разработанная информационная система позволяет не только ускорить работу врачей мультидисциплинарной бригады, но и упрощает использование большого объема медицинских шкал и тестов при постановке диагноза [3].

Список литературы

1. Онлайн-справочник здравоохранения и медицины ЗдравМедИнформ [Электронный ресурс]. URL: <http://zdravmedinform.ru/icf.html> (дата обращения: 18.01.2019).
2. Шарп Д. Microsoft Visual C#. Подробное руководство. 8-е изд. СПб. : Питер, 2017. 848 с.
3. Семенов В. А., Иванилова Т. Н. Конструирование автоматизированной системы установления диагноза для нейрореабилитации с помощью международного классификатора функционирования // Молодые ученые в решении актуальных проблем. 2018. С. 373–375.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ
ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ****И.В. Смолин***Научный руководитель Л.В. Макуха
старший преподаватель*Сибирский федеральный университет*

Дополненная реальность. Для начала нужно разобраться, что это такое. Дополненная реальность – это термин, относящийся к проектам, направленным на дополнение реальности любыми виртуальными элементами. К самым распространённым примерам применения дополненной реальности можно отнести параллельную цветную линию, показывающую нахождение ближайшего полевого игрока к воротам при телетрансляции футбольных матчей, стрелки с указанием расстояния от места штрафного удара до ворот, а также нарисованная траектория шайбы во время хоккея и т. п. [1].

Как работает дополненная реальность? Метками для дополненной реальности являются любые изображения, на которые накладываются контрольные точки (якоря) (рис. 1). Программа считывает и обрабатывает изображение, полученное с камеры устройства, а также определяет, соответствует ли оно какой-либо существующей метке. Чем будет сложнее узор на предоставляемом изображении, тем быстрее будет распознаваться образ и точнее накладывается трёхмерная модель или видео на требуемую метку.

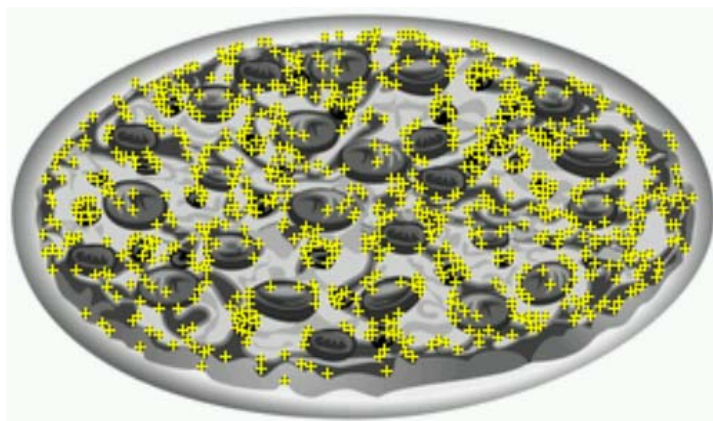


Рис. 1. Пример наложения якорей на изображение

Для распознавания образа и для того, чтобы наложить якорные метки на требуемое изображение, используются средства разработки (SDK) дополненной реальности, такие как Kudan AR (Индия), EasyAR (Китай), Vuforia (США). Так как AR дополняет реальность, которая является сама по себе трёхмерной, то необходимо использовать инструмент, который позволяет обрабатывать и ра-

* © Смолин И.В., 2019

ботать с трёхмерными объектами. Для этой цели может послужить любой трёхмерный движок, который позволяет подобную функциональность. В данном случае был использован игровой движок Unity, позволяющий разрабатывать приложения на языке программирования C#, и SDK разработки Китая – EasyAR, так как он является абсолютно бесплатным и не требует постоянного подключения к серверу компании-разработчика, таким образом нет никакого ограничения по количеству распознаваний.

Серьёзной проблемой современного образования является то, что переизбыток развлекательного контента, такого как компьютерные игры, кинофильмы, мультсериалы и тому подобные средства проведения досуга, способствует тому, что обучающимся становится неинтересно изучать школьный материал, тогда как они могут провести время с удовольствием для себя. Поэтому, используя возможности дополненной реальности в образовании, можно попытаться заинтересовать школьников и, вдобавок к этому, упростить понимание и изучение тем школьной программы, например, визуально воспроизвести процессы, которые трудно или почти невозможно воссоздать средствами реального мира, что сделает процесс обучения увлекательным и понятным. Дополненная реальность может добавить в статичные страницы учебника выразительную анимацию, превратить изучение в увлекательную игру [2].

Для решения данной проблемы было создано два мобильных приложения для школьных учебников по биологии и физике за седьмой класс с разными средствами подачи образовательного материала.

Для учебника физики было реализовано приложение с двумя интерактивными моделями по учебной теме «Силы. Сила тяжести»:

1) хоккейное поле с двумя взаимодействующими между собой шайбами, которые управляются нажатием и проведением пальца по экрану. Шайбы показывают силы, действующие на объекты, а также их векторы (рис. 2);

2) модель с падающим яблоком, показывающая разницу в ускорении свободного падения на Луне, Марсе и Земле. Переключение между планетами происходит при нажатии соответствующих стрелок.

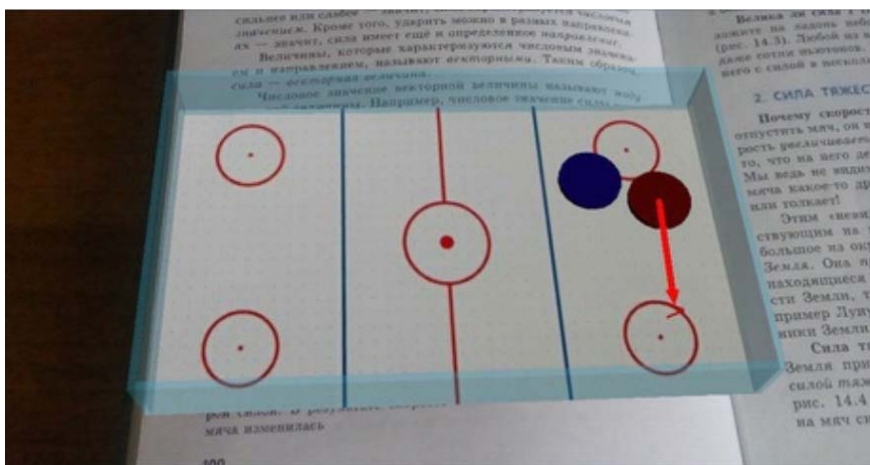


Рис. 2. Интерактивная модель хоккейного поля

Сложностью при реализации приложения стало то, что для каждой интерактивной модели приходится программировать логику взаимодействия с пользователем. Так как виртуальные объекты должны взаимодействовать с объектами реального мира, то удобнее всего пользоваться кватернионами, так как они образуют систему гиперкомплексных чисел, образующих четырёхмерное векторное пространство, поэтому их целесообразно использовать при программировании модели вращения, траектории движения интерактивных моделей. «Движок» Unity позволяет работать с кватернионами и предоставляет удобный инструментарий для корректного просчитывания и оптимизации каждой подобной функции.

Данное приложение было апробировано в ходе проведения реального школьного урока физики. После данной апробации был сделан вывод и принято решение, что для урока биологии целесообразно создать немного иное приложение, которое бы проецировало подобранный видео контент по теме «Тип Иголокожие. Классы: морские лилии, морские звезды, морские ежи, голотурии, офиуры» прямо поверх определённых рисунков, которые выступают в качестве меток для камеры (рис. 3).

Был отобран ряд роликов по данной теме, а также иллюстрации в учебнике, которые максимально подходили к темам роликов. Каждый ролик возможно просматривать на самой метке или включить полноэкранный режим, который был реализован и позволял смотреть видеоматериалы без использования рисунков. Также было реализовано меню, с помощью которого пользователи могут выбрать интересующую их тему и просмотреть все представленные в ней ролики в полноэкранный режим. Таким образом, использовать метки в данном приложении не является обязательным.

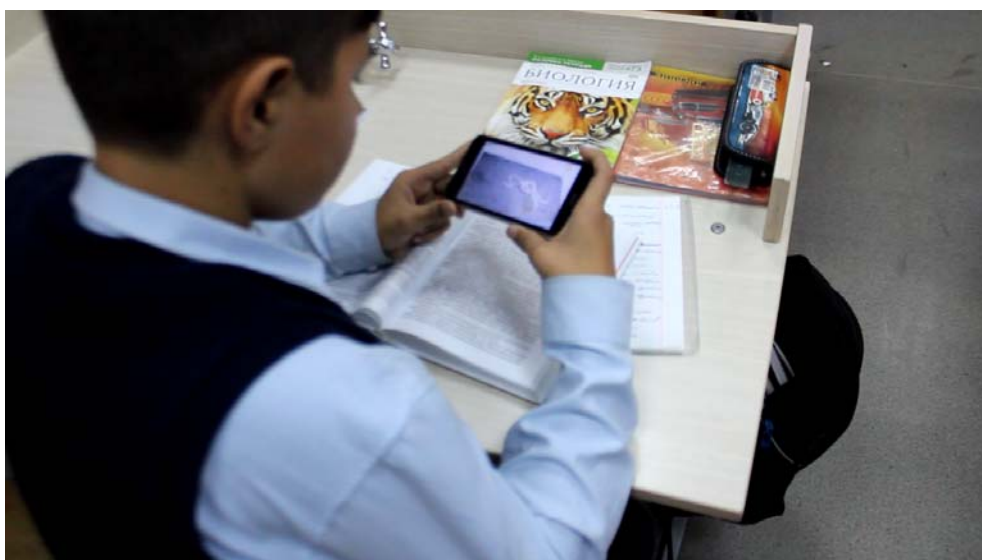


Рис. 3. Апробация приложения на уроке биологии

Для данного приложения сложностью при реализации стало то, что Unity не имеет встроенного инструмента для воспроизведения видео, поэтому пришлось найти подходящий видеоплеер с открытым исходным кодом и внедрить

его в разрабатываемое приложение. Также были переработаны методы воспроизведения видеопотока, так как данный видеоплеер должен был накладывать видеоматериалы на указанную метку в реальном пространстве, которая служит для него в качестве экрана.

Одним из препятствий для дополненной реальности в образовании является разнообразие учебных пособий и программ, которые используют образовательные учреждения в учебном процессе. Следовательно, для большего охвата аудитории придётся внедрять данную технологию в большое количество учебников, что несёт собой огромные трудовые и финансовые расходы на реализацию.

Стоит отметить, что данная технология требует серьёзных вычислительных мощностей и сильно нагружает мобильное устройство, устройство очень быстро теряет заряд батареи и может сильно нагреваться. Поэтому не каждое устройство сможет комфортно для пользователя запускать и исполнять подобные приложения.

Таким образом, можно сделать вывод, что данная технология имеет ряд серьёзных преимуществ, по сравнению с классической формой обучения, и очень перспективна.

Список литературы

1. Примеры дополненной реальности в образовании [Электронный ресурс]. URL: <http://www.arnext.ru>.
2. Дополненная реальность – это будущее? [Электронный ресурс]. URL: <http://www.futurosophy.com>.

ВЫЯВЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ШУМЫ

В.Б. Стецюк*

Научный руководитель А.В. Пятаева
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Изображения, полученные в реальных условиях съемки, например, с камер видеонаблюдения, могут содержать шумы различной природы вследствие ряда факторов, таких как неидеальность оборудования для захвата изображения камерой, погрешность камеры или сканера, плохие условия съемки (например, шумы, возникающие при ночной фото-, видеосъемке или при съемке в сложных погодных условиях), помехи при передаче по аналоговым каналам (наводки от источников электромагнитных полей, собственные шумы активных компонентов линии передачи), неточность выделения яркостного и цветоразностного сигналов из аналогового композитного сигнала [1].

Шумоподавление в задачах обработки изображений служит для улучшения визуального восприятия анализируемых данных, но может также использоваться для специализированных целей, например, для увеличения четкости при выделении контуров объектов, для предобработки и последующего распознавания и т. п. Также шумоподавление играет важную роль при сжатии изображений. Одна из основных проблем в алгоритмах сжатия – определение локальной зашумленности анализируемой области изображений, что может привести к увеличению сложности сжатия и отрицательно повлиять на результирующее качество сжатого изображения [2].

Как правило, выделяют две группы моделей шума: пространственные и частотные. Пространственные модели описывают статистическое распределение шума в яркостном пространстве. К таким моделям относят: нормальный (Гауссов) шум, шум Рэлея, шум Эрланга (гамма шум), экспоненциальный шум, равномерный шум [3]. Каждая из данных моделей описана одноимённым законом распределения плотности вероятности значений в яркостном пространстве. Частотные модели описывают распределение спектральной плотности мощности шума, которое может быть получено при помощи быстрого преобразования Фурье.

Наиболее частыми и распространенными шумами, присутствующими на изображении, являются аддитивный, импульсный и мультипликативный шум.

Аддитивный шум может являться следствием оцифровки сигнала цифровыми устройствами, различных атмосферных явлений, недостаточной освещенности, несовершенства оптических сенсоров записывающих устройств [4]. Его можно описать соотношением (1). Визуальный пример аддитивного шума представлен на рисунке (б).

* © Стецюк В.Б., 2019

$$g(x, y) = f(x, y) + \eta(x, y), \quad (1)$$

где $g(x, y)$ – зашумленное изображение, $f(x, y)$ – исходное изображение, $\eta(x, y)$ – аддитивный шум с определенной функцией плотности распределения вероятностей.

Основными моделями аддитивного шума являются шум Гаусса, Рэля, Эрланга, экспоненциальный, белый и шум квантования.

Импульсный шум возникает в результате ошибок декодирования, в процессе передачи фото и видео изображений вследствие электромагнитных наводок на канал передачи, а также в результате ошибок записи на устройствах хранения и характеризуется появлением случайных белых и черных точек [5]. Импульсный шум описывается согласно выражению (2). Визуальный пример импульсного шума представлен на рисунке (в).

$$g(x, y) = (1 - p)f(x, y) + p \cdot i(x, y), \quad (2)$$

где $g(x, y)$ – зашумленное изображение, $f(x, y)$ – исходное изображение, $i(x, y)$ – модель импульсного шума, p – бинарный параметр, отвечающий за присутствие шума в пикселе (x, y) .

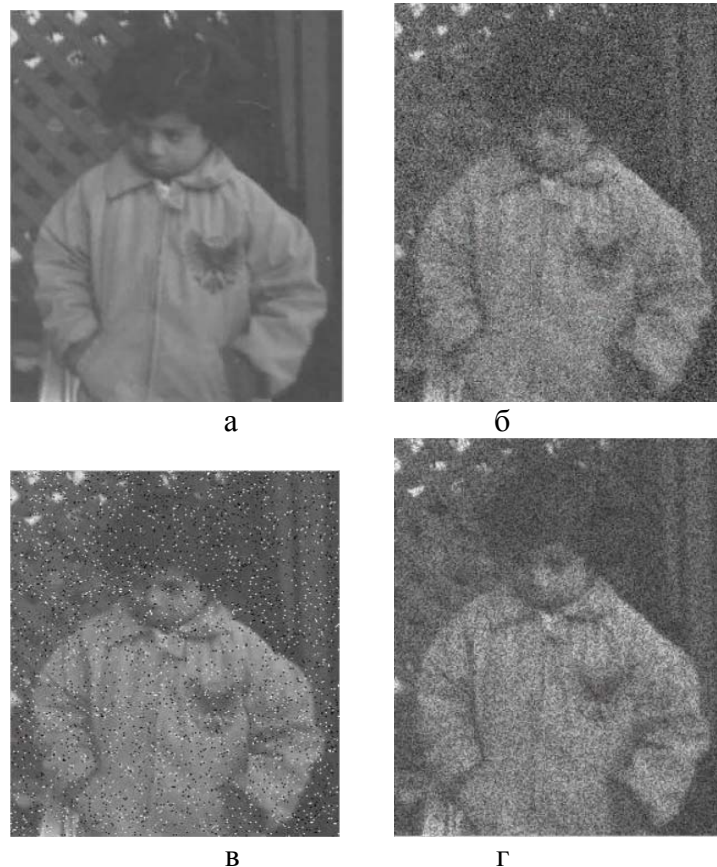


Рис. Визуализация различных типов шумов: а – незашумленное изображение; б – изображение, зашумленное аддитивным гауссовым шумом; в – изображение, зашумленное импульсным шумом; г – изображение, зашумленное мультипликативным шумом

Мультипликативный шум в основном обусловлен случайными пространственными изменениями освещенности в системах, использующих естественное освещение [6] и описывается выражением (3). Визуальный пример мультипликативного шума представлен на рисунке (г).

$$g(x, y) = f(x, y) + \mu(x, y)f(x, y), \quad (3)$$

где $g(x, y)$ – зашумленное изображение, $f(x, y)$ – исходное изображение, $\mu(x, y)$ – случайная функция, закон распределения которой может быть принят равномерным с нулевым средним и дисперсией σ_μ^2 .

Таким образом, «шумом» на изображении является случайное отклонение яркости изображения от ее истинной величины. Шум на изображении возникает вследствие внешних воздействий (электромагнитных, тепловых) на сенсоры и аналого-цифровые преобразователи регистрирующей системы, квантования и сжатия данных с потерями или частичного искажения или потери данных в результате воздействия помех. Наиболее распространенными видами шумов являются аддитивный, импульсный и мультипликативный шумы.

Список литературы

1. Беленский Й. Й., Микула И. В. Метод выделения контура на слабokonтрастных и размытых изображениях // Вестник Винницкого политехнического института. 2012. № 3. С. 6–7.
2. Удовенко С. Г., Дудинова О. Б. Метод нейросетевой обработки зашумленных пространственных данных // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. 2015. С. 14–23.
3. Лапшенко Е. М. Неэталонная оценка уровня шума цифрового изображения на основе гармонического анализа // Компьютерная оптика. 2012. Т. 36. № 3. С. 439–447.
4. Ponomaryov V. I. Montenegro-Monroy H., Gallegos-Funes F., Pogrebnyak O., Sadovnychiy S. Fuzzy color video filtering technique for sequences corrupted by additive Gaussian noise // Neurocomputing. 2015. Vol. 155. Pp. 225–246.
5. Zhang J., Pang Y. Pipelined robust M-estimate adaptive second-order Volterra filter against impulsive noise // Digital Signal Processing. 2014. Vol. 26. Pp. 71–80.
6. Емец Ю. В. Оценивание параметра мультипликативного шума на изображении с помощью мультифрактальных показателей // Искусственный интеллект. 2010. № 4. С. 212–220.

СИСТЕМА ИНФОРМИРОВАНИЯ РАЗРАБОТЧИКОВ О СОБЫТИЯХ В КОМАНДНОЙ СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ

Д.Д. Чуднов^{*}

Научный руководитель Л.В. Макуха
старший преподаватель

Научный руководитель А.Ю. Сидоров
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Учитывая современные темпы роста и развития индустрии информационных технологий, а также тенденции к усложнению программных разрабатываемых продуктов, можно утверждать, что количество людей, занятых разработкой программного обеспечения, будет неумолимо увеличиваться. Из этого следует рост количества ИТ-компаний и расширение команд разработчиков, что делает вопрос взаимодействия членов команды всё более актуальным.

На сегодняшний день невозможно представить работу крупной ИТ-компании без инструментов командной разработки. Например, таких как системы контроля версий (далее – СКВ). Грамотное взаимодействие нескольких разработчиков не только ускоряет процесс проектирования и создания программного обеспечения, но и повышает качество конечного продукта. Практически во всех вакансиях, связанных с разработкой, обязательным требованием является умение пользоваться той или иной СКВ.

Однако большой штат компаний и работа над несколькими различными проектами одновременно могут приводить к замедлению процесса разработки и понижению качества взаимодействия работников.

Конечно, все популярные СКВ сегодня оповещают членов команды об изменениях в хранилище кода, однако, делают это по большей части малоэффективно – о любом изменении всем членам команды приходит письмо на электронную почту. Так, при большом штате компании и работе над несколькими проектами каждому задействованному в разработке сотруднику на электронную почту ежедневно приходят десятки, а то и сотни оповещений, из которых актуальными для него окажутся немногие. К тому же у большинства сотрудников нет постоянно открытой вкладки с электронной почтой, так как это отвлекает от работы и лишает концентрации.

Для решения данной проблемы необходимо своевременно информировать каждого члена команды разработчиков о тех событиях, что актуальны именно для него, притом делать это в краткой форме, удобной для каждого конкретного человека.

Наиболее популярные на сегодняшний день СКВ, такие как *Github* и *Team Foundation Server (TFS)*, предлагают свои решения данной проблемы, однако они не позволяют в полной мере решить проблему целевого и своевременного

^{*} © Чуднов Д.Д., 2019

информирования. Так, у *Github*, например, существует мобильное приложение *OpenHub* для платформы *Android*, однако, по сути, оно частично повторяет функционал веб-версии *Github*, не позволяет фильтровать уведомления или создавать свои собственные шаблоны отображения оповещений.

Продукт компании *Microsoft TFS* представляет собой комплексное решение, объединяющее в себе систему управления версиями, сбор данных, построение отчётов, отслеживание статусов и изменений по проекту, и предназначенное для совместной работы над проектами по разработке программного обеспечения. Информирование разработчиков, использующих *TFS*, возможно как с помощью рассылки сообщений на электронную почту, так и с помощью *Azure DevOps Services*. Последний вариант содержит возможность создания собственных фильтров на основе имеющихся шаблонов и их редактирования. Данный вариант справляется с решением выявленной проблемы, однако сильно ограничивает разработчиков в создании фильтров и шаблонов. К тому же большая часть функционала доступна только платно. Данное ПО не распространяется в виде мобильного приложения для наиболее популярной ОС *Android*.

Возможное решение данной проблемы представляет собой систему (рис. 1), состоящую из сервера, веб-приложения и мобильного приложения для ОС *Android*. Для его функционирования необходимо настроить обмен *webhook* между СКВ и сервером. Далее, при любом событии в СКВ, будь то изменения в хранилище кода или же комментариев, сервер узнает о данном событии и занесёт его в базу данных (БД). Созданные разработчиками фильтры событий отреагируют на изменения в БД, и в случае, если новое оповещение подходит к критериям фильтра, отправят его на рассылку. Пользователь оперативно получит оповещение, приведённое к виду, описанному им в шаблоне, на который он подписан, в мобильном приложении.



Рис. 1. Алгоритм работы проектируемой системы информирования разработчиков

В ходе разработки системы, удовлетворяющей заявленным требованиям, было решено в первую очередь создать серверное приложение, которое сможет принимать данные в формате *JSON*, и записывать описанные в *JSON* поля в базу данных. Формат данных *JSON* был выбран, так как наиболее популярные СКВ, такие, как *Git*, *bitbucket*, *TFS* отправляют *webhook* в данном формате, что описано в документации всех вышеперечисленных СКВ.

Фильтрацию оповещений, записанных в базу данных, было решено производить посредством сравнения значений определённых полей полученного от СКВ в *webhook JSON* файла с соответствующими полями *JSON* файла фильтра. А значит, при создании фильтра необходимо корректно описать названия инте-

ресующих пользователя полей фильтрации. Для этого целесообразно пользоваться официальным описанием *webhook* интересующей пользователя СКВ, который можно найти в её документации.

Например, чтобы получать информацию о том, что некоторым разработчиком DenWonder в конкретный репозиторий Hello-World был сделан push (рис. 2), необходимо заполнить в фильтре поля repository и push. Для этого в JSON файле фильтра необходимо описать имя и идентификатор репозитория, а также логин и электронный адрес интересующего разработчика:

```
{
  "repository": {
    "id": 135493233,
    "name": "Hello-World",
    "full_name": "DenWonder/Hello-World"
  },
  "pusher": {
    "name": "DenWonder",
    "email": "DenWonder@yandex.ru"
  },
  "sender": {
    "login": "DenWonder"
  }
}
```

Рис. 2. Фрагмент примера фильтра

Система будет сравнивать заполненные поля из фильтра с соответствующими полями входящих *webhook*.

Тестирование работоспособности серверного приложения проводилось при помощи инструмента *postman*, путём отправки запросов с данными требуемого формата на локально запущенный сервер. Так, с помощью *POST* метода запроса данные отправляются на сервер и записываются в БД, с помощью *PATCH* метода изменяются имеющиеся в БД данные, с помощью *DELETE* удаляются и с помощью *GET* метода получаются данные из БД.

После успешного прохождения первых тестов серверным приложением было решено разработать веб-клиент, позволяющий формировать фильтры и шаблоны с помощью *JSON*-редактора и конструктора. Данное веб-приложение так же может отправлять все методы запросов к серверу и является веб-интерфейсом, обеспечивающим более удобную и быструю работу с фильтрами и шаблонами.

После создания успешной взаимосвязи между веб-клиентом и сервером, было принято решение о создании мобильного приложения для получения интересующих пользователя уведомлений и модернизации серверной части для возможности оформления пользователем подписки на выбранный фильтр и шаблон.

В мобильном приложении с помощью методов запросов к серверу было реализовано получение списка фильтров и шаблонов, сохранение на конкретном устройстве базы подписок (Фильтр-Шаблон) и получение уведомлений. Для получения уведомлений был использован сервис *firebase* от *Google*. Данный сервис позволяет получать также пропущенные уведомления после подключения к интернету. В сервере с помощью диспетчера процессов *pm2* была

добавлена возможность поддерживать процесс получения запросов и отправки ответов на запросы рабочим в фоновом режиме, управлять ведением протоколов, мониторингом и кластеризацией приложения.

Созданная система позволяет пользователю своевременно получать уведомления о выбранных действиях с СКВ в удобном формате.

Предложенное решение проблемы своевременного и таргетированного оповещения и информирования разработчиков является широко применимым, расширяемым, удобным и позволяет экономить время на личном информировании, не отвлекая сотрудников от работы.

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УДАЛЕННОГО КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ УЧРЕЖДЕНИИ

Д.С. Широкова*

Научный руководитель М.А. Аникьева
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Телемедицина является одним из наиболее быстрорастущих направлений развития сферы оказания медицинских услуг. Под телемедициной понимается подход, при котором лечебно-диагностические, превентивные и организационно-управленческие процессы реализуются посредством использования информационных и телекоммуникационных технологий [1]. Использование данного подхода позволяет как расширить возможности доступа пациентов к медицинским услугам, так и обеспечить централизованность хранения данных о пациенте с целью последующего увеличения точности диагностики.

Проект «Информационная система удаленного консультирования в медицинском учреждении» является инструментом организации работы персонала частного психотерапевтического медицинского учреждения и его клиентов. Организация работы в общем случае предполагает составление графика работы врача и пациентов, ведение электронных медицинских карт пациентов, оплату консультаций пациентом, возможность ведения личных записей и переписки врача и пациента. Таким образом, использование информационной системы решает, с одной стороны, задачи экономической выгоды – сокращение времени личного приема дает возможность снизить затраты на аренду, привлечь удаленно работающих консультантов и является способом привлечения большего количества пациентов, с другой – наличие подобного сервиса значительно упрощает процесс коммуникации врача и пациента [2].

Отметим, что, несмотря на существование описательных материалов и теоретического базиса по данной проблеме, в открытых источниках не удалось обнаружить широко используемых решений подобной тематики [3]. Существуют медицинские информационные системы, ориентированные на организацию электронного документооборота и реализующие функции онлайн-регистратуры, либо агрегаторы, выступающие в роли связующего звена между пациентом и различными клиниками либо специалистами напрямую.

Учитывая специфику системы удаленного телемедицинского консультирования, целесообразно использовать ее в качестве инструмента для поддержки основной деятельности частных клиник, ведущих очный приём. Любое лечение всегда начинается с диагностики и постановки верного заключения, причем в некоторых случаях для постановки диагноза и последующего лечения достаточно только беседы врача и пациента. После постановки диагноза назначается

* © Широкова Д.С., 2019

амбулаторное лечение, в ходе которого пациенту необходимо с некоторой периодичностью консультироваться с лечащим врачом для контроля и своевременной коррекции терапии.

В настоящий момент необходимость очного первичного приема существенно ограничивает возможность привлечения новых клиентов и затрудняет ведение терапии с постоянными клиентами. Также возникают сложности с организацией централизованного хранения медицинских данных и больничных карт пациентов. Особенности психотерапевтической поддержки предполагают, что пациент ведет большое количество личных записей, которые также должны быть доступны врачу для анализа, ассоциированы с историей болезни, а также храниться для дальнейшего уточнения диагностики и терапии.

При первом обращении в клинику пациент проходит процедуру регистрации и после первичной консультации получает данные для дальнейшей работы с системой – логин и пароль от личного кабинета. Врач создает электронную карту пациента, заполняет ее и вносит информацию о первичном приеме. Любое дальнейшее взаимодействие врача и пациента в системе считается «Событием» либо «Перепиской», причем тип события может быть очным или заочным приемом либо терапией, которая включает в себя выполнение лечебно-диагностических мероприятий и ведение отчета о них. Итогом приема становится электронная медицинская персональная запись [4].

Таким образом, информационная система удаленного консультирования представляет собой веб-приложения. Эффективное управление информационно-вычислительными ресурсами в распределенной системе предполагает использование трехуровневой модели «клиент – сервер». Взаимодействие компонент реализовано в соответствии с паттерном *Model-View-Template*, схематично представленном на рис. 1.

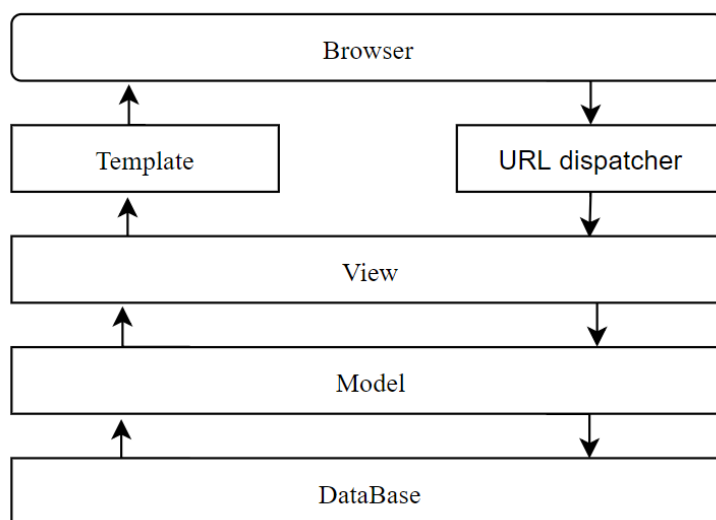


Рис. 1. Архитектурный паттерн *Model-View-Template*

Компонент *URL dispatcher* определяет обращенный к приложению запрос и направляет его к выбранной функции *View*, которая, в свою очередь, интер-

преторирует запрос согласно своей внутренней логике, а также контролирует передачу данных от пользователя системе и наоборот, взаимодействуя для этого с уровнем представления данных *Model*. Результатом обработки запроса является сгенерированный код, предоставляемый конечному пользователю – *Template*.

Ключевой задачей уровня *Model* является описание используемых данных – как правило, все используемые в приложении сущности выделяют в отдельные модели, которые, в свою очередь, описывают структуру и логику каждой сущности. Прикладная реализация данного слоя представлена в виде отображения сущностей и связей между ними в виде реляционной базы данных [5]. Наглядное представление таблиц и связей *Database* приложения представлена на рис. 2.

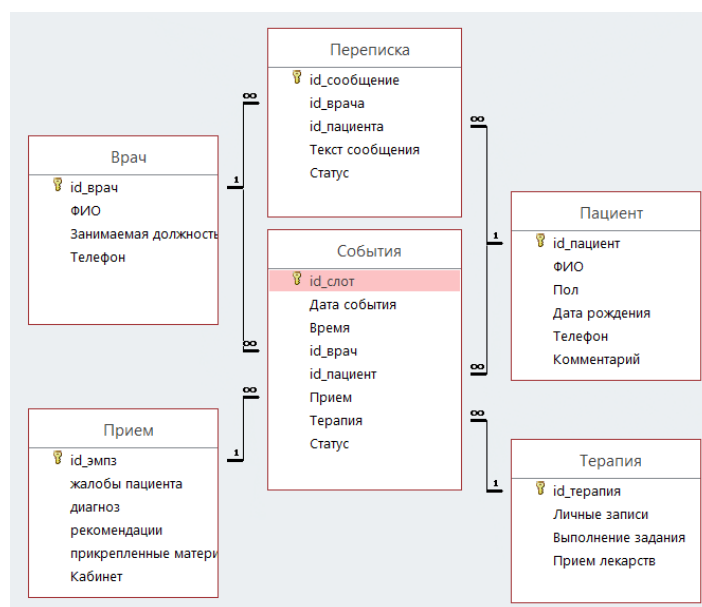


Рис. 2. Представление базы данных информационной системы удаленного консультирования в медицинском учреждении

Таким образом, рассмотренная информационная система удаленного консультирования позволяет значительно повысить эффективность работы медицинского учреждения путем сокращения времени очного приема, организации хранения документации, оптимизации процесса постановления диагноза и лечения.

Список источников

1. Лебедев Г. С., Шадеркин И. А., Фомина И. В., Лисненко А. А., Рябков И. В., Качковский С. В., Мелаев Д. В. Эволюция интернет-технологий в системе здравоохранения // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2017. № 2 (4).

2. Владзимирский А. В. Первичная телемедицинская консультация «Пациент-врач»: первая систематизация методологии // Журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2017. № 2 (4).

3. Фролов С. В., Лядов М. А. Автоматизированная информационная система телемедицинского консультирования // Врач и информационные технологии. 2010. № 3.

4. Основные разделы электронной медицинской карты : Приказ Минздрава России от 11.11.2013 № 18-1/1010.

5. Дейт К. Введение в системы баз данных / пер. с англ. 6-е изд. СПб : Вильямс, 2000. 848 с.

Геотехнология
(подземная и строительная)

СПОСОБЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО ПЕРЕКРЫТИЯ ТОННЕЛЕЙ

Н.М. Букин, Н.А. Баранов*

Научный руководитель С.А. Вохмин
кандидат технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В последнее время достигнут значительный прогресс в науке и технике тоннелестроения. Ежегодно на основе результатов научных исследований появляются новые конструктивные и технологические решения, внедряются более совершенные механизмы и оборудование, развиваются прогрессивные приемы и методы ведения тоннелестроительных работ.

В практике тоннелестроения начиная с 1980-х гг. получил распространение полукрытый способ опережающего перекрытия, так называемый «кертнерский способ», и его разновидности. В отличие от траншейного способа, в перекрытие может быть возведено до устройства стен тоннеля при благоприятных геологических условиях.

Последовательность возведения тоннеля при этом способе следующая (рис. 1): разработка котлована до уровня пят свода на участке длиной 50–100 м; профилирование дна котлована; укладка защитной пленки для предотвращения сцепления бетона с грунтом; установка арматурного каркаса, бетонирование свода; устройство гидроизоляции; обратная засыпка свода; разработка грунтового ядра калотты; разработка штроссы; разработка грунта обратного свода; замыкание контура первичной обделки из набрызг-бетона; устройство постоянной обделки из набрызг-бетона или монолитного бетона в передвижной опалубке.

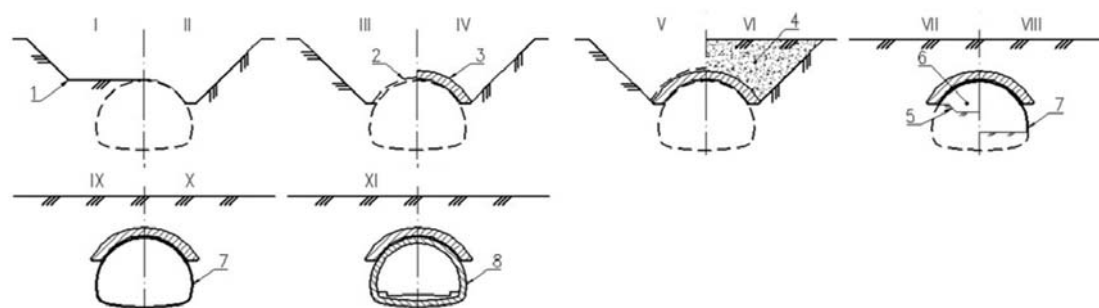


Рис. 1. Этапы работ при строительстве тоннеля кертнерским способом:

1 – котлован; 2 – защитная пленка; 3 – свод; 4 – – грунт обратной засыпки; 5 – берма; 6 – грунтовое ядро калотты; 7 – первичная обделка из набрызг-бетона; 8 – постоянная обделка

При значительных вертикальных нагрузках устраивают сводчатое перекрытие переменной жесткости с усиленными пятнами. Необходимо отметить,

* © Букин Н.М., Баранов Н.А., 2019

что бетонирование свода на грунте возможно только в том случае, если он является плотным и устойчивым, способным выдержать давление от свода и грунта обратной засыпки. В случае недостаточной несущей способности грунта его либо заменяют тощим бетоном, при этом котлован разрабатывают до уровня пят свода либо устанавливают стационарную или передвижную опалубку. Для повышения надежности сопряжения свода со стенами тоннеля под его пяту до бетонирования укладывают стальную ленту и прокладки из пенополистирола. После бетонирования во время раскрытия выработки устанавливают стальные арки, сопрягая их с арматурным каркасом пяты.

После бетонирования и набора бетоном необходимой прочности конструкция свода практически не испытывает напряжений. При устройстве свода в опалубке в нем возникают напряжения от собственного веса, а по окончании засыпки от веса вышележащего грунта и временной нагрузки. После разработки калотты свод работает в поперечном направлении как бесшарнирная арка с упругим опиранием на грунт. Перераспределение напряжений в своде происходит по мере разработки штроссы, и его работа приобретает пространственный характер. После возведения первичной оболочки из набрызг-бетона вновь изменяется напряженное состояние свода: к продольным напряжениям по мере твердения бетона добавляются поперечные.

Способ «рамной крепи» применяют в слабоустойчивых грунтах в случае, когда опереть на них свод не представляется возможным. При этом способе основания пят укрепляют устройством фундаментов из стальных или железобетонных свай, по верху которых возводят обвязочную балку.

Описанный способ предусматривает те же виды работ, что и при кертнерском способе опережающего свода с одним отличием: после возведения свода подводят фундамент под пяты сводчатого перекрытия из наклонных буровых свай, которые располагают по направлению радиуса кривизны свода (рис. 2). Размеры и конструкцию свай определяют исходя из действующих нагрузок и характеристик грунтов основания. Перекрытие может быть выполнено как в форме свода, так и в виде плоской плиты при глубине заложения 2–4 м.

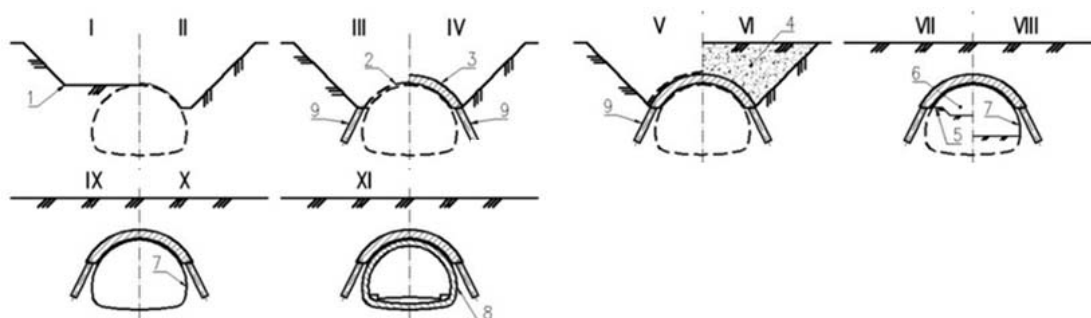


Рис. 2. Этапы работ при строительстве тоннеля способом «рамной крепи»:

1 – котлован; 2 – защитная пленка; 3 – свод; 4 – грунт обратной засыпки; 5 – берма; 6 – грунтовое ядро калотты; 7 – первичная обделка из набрызг-бетона; 8 – постоянная обделка

При строительстве тоннелей в слабоустойчивых и неустойчивых грунтах их закрепляют глубинной инъекцией цементным раствором, жидким стеклом с хлоридом кальция или синтетической смолой. Перспективно также использование технологии струйной цементации, которая подходит как для связных, так и несвязных грунтов.

Зиллертальский способ – основной идеей этого способа является использование «стен в грунте» как для опирания опережающего свода, так и для крепления стен котлована, необходимого для его устройства. Такое инженерно-техническое решение позволяет существенно сократить объем вывозимого грунта и отказаться от анкерного крепления котлована.

Последовательность выполнения работ следующая: возведение стен тоннеля, разработка котлована с криволинейной подошвой до низа перекрытия, устройство защитной мембраны, зачистка места примыкания свода к стене, установка стальных стержней, установка арматуры, бетонирование свода, устройство гидроизоляции, обратная засыпка котлована, разработка грунтового ядра, бетонирование обратного свода и устройство постоянной обделки.

Статическая схема работы конструкции при данном способе отличается от схем кернтнерского способа и от способа «рамной крепи». Распор со свода передается на стены из буровых свай, компенсируя активное боковое давление грунта в верхней части стен. После разработки грунтового ядра свод удерживается силами трения и стальными стержнями, объединяющими свод и стены. После разработки котлована стены тоннеля работают как консоли, а перекрытие тоннеля и обратный свод – как арочные распорки, что позволяет отказаться от анкерного крепления стен.

Анализ современного опыта проектирования и строительства транспортных тоннелей свидетельствует о существенном прогрессе в области конструирования тоннельных обделок, технологии и организации подземно-строительных работ на основе применения специализированных машин, механизмов и оборудования, автоматизированных систем управления технологическими процессами.

Список литературы

1. Научная электронная библиотека StudRef [Электронный ресурс]. URL: <https://studref.com>.
2. Фролов Ю. С., Голицынский Д. М., Ледяев А. П. Метрополитены : учебник для вузов / под ред. Ю. С. Фролова. М. : Желдориздат, 2001. 528 с.

ОБОСНОВАНИЕ ПЛАНИРУЕМОГО КАЧЕСТВА ДОБЫВАЕМОЙ РУДЫ НА ОСНОВАНИИ ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗАЛЕЖИ

Н.В. Власик*

Научный руководитель Д.А. Урбаев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Цена на золото стабильно высокая и имеет тенденцию к росту. Россия обладает значительными запасами металла, расположенными преимущественно в регионах Сибири и Дальнего Востока. Месторождения находятся в труднодоступных районах с суровым климатом и представлены в том числе крутопадающими маломощными, тонкими жилами и минерализованными зонами, предопределяющими подземный способ их отработки. В связи с этим возникает острый вопрос о целесообразности разработки как отдельного месторождения в целом, так и его участков. Данный вопрос решается на стадии технико-экономического обоснования.

Сложная морфология рудных тел, точнее непостоянство значений мощности, угла падения залежей, содержания в них полезного компонента, накладывают большую ответственность на выбор технологии подземной их разработки. Величина неизбежного прихвата вмещающих пород при выемке негативно сказывается на качестве добываемой руды, что в конечном итоге снижает инвестиционную привлекательность проекта в целом.

Исследованиями по теме разработки маломощных и тонких залежей в свое время занимались Назарчик А. Ф., Рафиенко Д. И., Мамсуров Л. А., Ляхов А. И. и др. Авторы подробно описали параметры систем разработки с магазинированием, с раздельной выемкой и закладкой, с открытым очистным пространством и др. По нашему мнению, в их трудах в неполной мере учитывалось влияние выше приведенных природных особенностей на параметры технологии.

Исследованиями в области количественной оценки сложности горно-геологических параметров занимались ученые Резниченко С. С., Замотин В. Б. и другие.

Целью наших исследований является обоснование планируемого качества добываемой руды на основании оценки сложности горно-геологических параметров рудных тел. Наше исследование даёт ответ на вопрос: каков потенциал увеличения точности предварительной оценки запасов кондиционной руды на основе учета сложности основных параметров залежи?

Нашим утверждением является следующее – в расчет величины разубоживания рудной массы при выемке рудных тел мощностью меньше минимально допустимой ширины очистного пространства следует внести показатель

* © Власик Н.В., 2019

сложности мощности залежи, который учитывает не только ее среднюю величину, но и изменчивость этого параметра.

Для нахождения способа проверки нашего утверждения, как наиболее адаптированная к цели исследования, выбрана методика, разработанная Урбаевым Д. А. [1]. Данная методика базируется на соответствии сложности природных условий объекта и сложности технологии. Для наших исследований взят отдельный вероятностный признак, характеризующий параметром «мощность рудного тела». Согласно применяемой методике сложность отдельного признака определяется не только конкретными значениями сложности величин признаков, но и сложностью их изменчивости. Сложность рассчитывается по формуле

$$\lambda_{ij} = (\lambda_{s,ij}, \lambda_{u,ij}). \quad (1)$$

Расчет показателя сложности мощности отдельных рудных тел зоны Глубокое Зун-Холбинского золоторудного месторождения представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расчет показателей сложности мощности рудных тел

Показатель	Единица измерения	Номер рудного тела		
		90-12	123-2	123-3
Максимальная мощность, А	м	1,89	0,58	0,82
Среднее значение мощности, а	м	0,64	0,43	0,63
Сложность существенности мощности, λ_s	доли. ед.	0,33	0,13	0,12
Среднее арифметическое отрицательного отклонения, E(-)	м	0,37	0,30	0,55
Среднее арифметическое положительного отклонения, E(+)	м	1,13	0,51	0,68
Сложность изменчивости мощности, λ_u	доли. ед.	0,42	0,90	0,82
Сложность мощности, λ_m	доли. ед.	0,75	1,03	0,94

Для определения эксплуатационных запасов необходимо рассчитать общее разубоживание для имеющихся рудных тел. Как показывает практика, основной вес в общем разубоживании имеет первичное разубоживание при очистных работах. Данное разубоживание рассчитывается по методике [2] и имеет вид:

$$P_3^1 = (Ш_0 + A - M) \cdot S_k \cdot \gamma_p, \quad (2)$$

где $Ш_0$ – минимально-допустимая ширина очистного пространства, м; А – средняя амплитуда извилистости, м; М – мощность рудного тела, м; S_k – суммарная площадь контакта «руда-порода», м²; γ_p – плотность руды, т/м³.

Параметр средней амплитуды, по мнению автора, является недопустимой, так как она принимается постоянной величиной для всех рудных тел и не отражает действительную мощность рудного тела. Предлагается изменить данную формулу, которая примет вид:

$$P_3^1 = (Ш_0 - (M * \lambda_m) \cdot S_k \cdot \gamma_p, \quad (3)$$

где λ_m – сложность мощности, д. е.

Для сравнения полученных результатов в табл. 2 представлен расчет планируемого качества добываемой руды, который необходим на стадии ТЭО и подсчета запасов золоторудных месторождений.

Таблица 2

Расчет планируемого качества добываемой руды

Показатель	Единица измерения	Рудные тела					
		90-12		123-2		123-3	
		По методике [1]	По методике [2]	По методике [1]	По методике [2]	По методике [1]	По методике [2]
Эксплуатационные запасы, Д	т	38303,7 4	41123,8 4	60261,3 2	66181,9 3	29549,3 7	34855,8 5
Коэффициент изменения качества руды, Кк	%	0,34	0,32	0,72	0,66	0,65	0,56

Величина разубоживания прирезаемыми породами при очистной выемке представлена в виде графика (рис. 1).

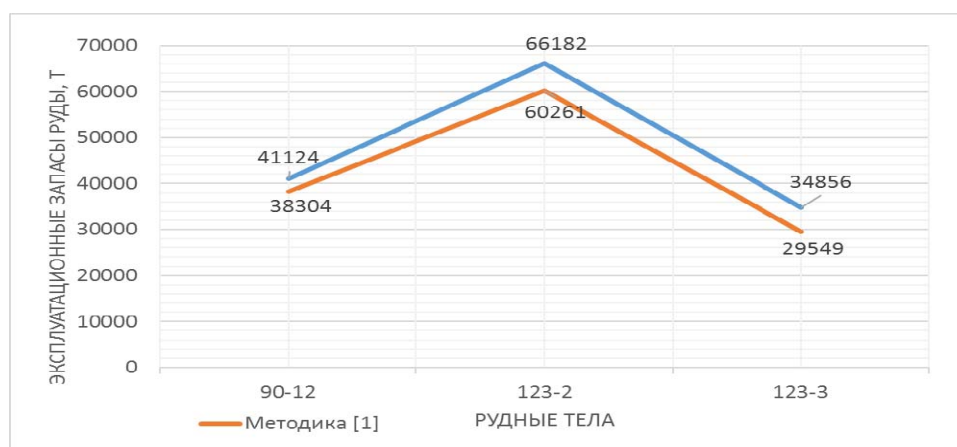


Рис. 1. Показатели разубоживания для двух методик

Как видно из рис. 1, наше утверждение подтверждается. Ввод показателя сложности мощности в расчет разубоживания снизил его величину от 2 до 10 %. Это объясняется тем, что данный показатель учитывает наравне с средней величиной мощности, также ее изменчивость рассчитанную по предложенной методике. Наглядно разница в подходе к расчету разубоживания представлена на рис. 2.

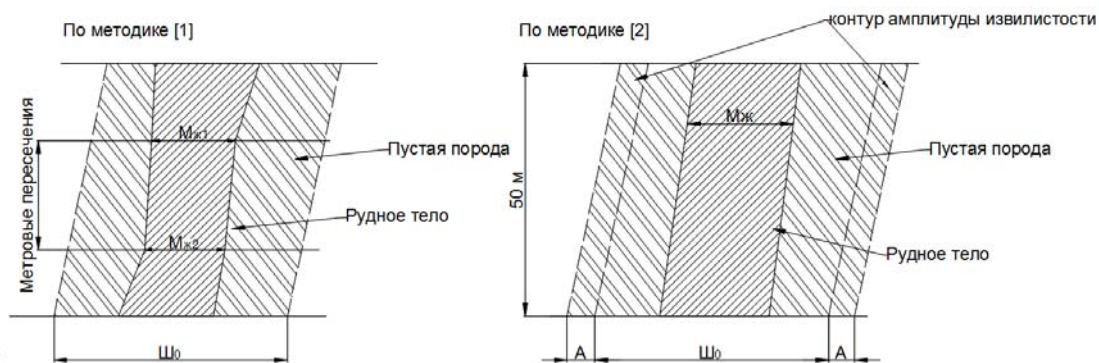


Рис. 2. Разница подсчета разубоживания в очистном пространстве при двух методиках

Ответ на поставленный вопрос представлен в табл. 2. Из нее видно, что величина запасов уточнена в сторону уменьшения. Следует отметить, что методика, разработанная Урбаевым Д. А., предусматривает нахождение интегральной сложности по всем значимым признакам, а не только по мощности залежи. Следовательно, в будущем представляется возможным еще уточнить запасы как Зун-Холбинского месторождения, так и других, что даст более реальную картину для оценки инвестиционной привлекательности проектов, и в конечном итоге прийти к взвешенным проектным решениям.

Список литературы

1. Урбаев Д. А. Количественная оценка сложности разработки мелкомасштабных месторождений золота (на примере разработки мелкомасштабных золоторудных месторождений юга Центральной Сибири) : дис. ... канд. техн. наук. М., 2004. 218 с.
2. Чемезов В. В, Томилов В. Д, Баймашев З. Г. [и др.] Методические указания по нормированию, определению и учету потерь и разубоживания золото-содержащей руды (песков) при добыче. Иргиредмет, 1994.

СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ЗАКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

В.С. Гончаров*

Научный руководитель А.Н. Анушенков
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Системы разработки с закладкой применяются при отработке ценных руд, при необходимости сохранения земной поверхности, в условиях проявления горного давления и опасности горных ударов.

Для организации закладочных работ на рудниках имеется Поверхностный закладочный комплекс (ПЗК). В ПЗК входит открытый прирельсовый склад, на котором хранятся закладочные материалы: дробленый щебень, ангидрид, гранулированный шлак, цемент.

Закладочные смеси, изготавливаемые на ПЗК, транспортируются по закладочному трубопроводу для заполнения подземных пустот выработанного пространства. Протяженность всех трубопроводов рудника «Октябрьский», а следовательно, и горных выработок составляет сотни километров.

Производство закладочных работ несёт за собой определённые проблемы. Основная из них – забутовка трубопровода и, как следствие, затопление подземных выработок закладочными твердеющими смесями. Причин забутовок множество: наличие кусков металла, отколовшихся от стенок труб, мусор различного происхождения и т. д. Остановка подачи закладки приводит к остановке ведения технологического цикла горных работ на данном участке и, как следствие, к сбою графика горных работ на руднике.

В настоящее время ликвидацию аварии начинают с промывки бетоновода, однако не всегда промывка гарантирует возможность устранения аварии. Твердеющая закладочная смесь с течением времени из жидкого состояния переходит в твердое и набирает прочность.

Если устранить аварию с помощью промывки бетоновода не удалось, существует два варианта развития событий: это его разбутовка вручную с привлечением большого количества людей и вспомогательной техники, или замена аварийного участка трубопровода, что требует монтажа нового трубопровода взамен забутованного аварийного участка.

Демонтаж забутованного трубопровода – задача не простая, так как вес труб становится значительно больше за счет затвердевшей внутри них закладочной смеси, при этом специализированной техники для проведения демонтажа не существует.

В мировой практике для разбутовки трубопроводов используют различные способы их отчистки. К ним относятся: метод кавитационной отчистки

* © Гончаров В.С., 2019

труб, метод гидродинамической отчистки с помощью канала промывочной насадки и метод скребковой отчистки.

В условиях рудника «Октябрьский» для решения проблемы забутки были проведены исследования затвердевшей литой твердеющей смеси в аварийном трубопроводе. В частности, исследовались места хранения и складирования аварийных участков закладочного трубопровода, которые при этом демонтировались на составляющие части, каждая из которых изучалась.

Исследованию подвергали забутанный трубопровод, с пробкой из закладочного бетона марки М30. Срок твердения названной смеси составлял семь дней. Трубопровод был разобран на части, а затвердевшая в нем закладочная смесь и смесь в выработках подвергались механическому разрушению для получения результатов о крепости.

Результаты проведенных исследований легли в основу создания способа очистки горных выработок и разбутовки закладочных трубопроводов.

В процессе создания рабочей установки по очистке выработок и трубопровода выбран гидромеханический способ разрушения бетона, который опробовался в лабораторных исследованиях. Полученные данные легли в основу конструирования установки, на основе которой принято решение о создании самоходного устройства на базе подземной машины Normet Utilift MF 540, насоса высокого давления, Wilden PX 1500 и насоса пневматического мембранного типа CemPump CM-25.

Способ устранения аварии заключается в следующем: сначала определяется место забутки в горной выработке и трубопроводе. Затем с помощью установки расстыковывается остав труб для получения доступа к бетонной пробке. Далее вводится рабочий орган в став трубы, который под давлением воды и сжатого воздуха начинает разрушать бетонную пробку путём гидроразмыва, а также за счёт механического воздействия вращающимися рёбрами, шламовый материал удаляется потоками воды из трубопровода по шлангу шламоудаления в выработку. Разрушив забутку, рабочий орган извлекается из става трубы, снимается направляющая насадка, а на её место устанавливается насадка со шлангом грунтового насоса с обратным клапаном. Насос типа CemPump CM-25 подключается к сжатому воздуху и начинает откачивать пролившуюся в выработку закладочную смесь обратно в восстановленный трубопровод. Откачав порцию закладки на предельно возможную длину нагнетания насосов, включается магистральная пневмоврезка, которая подает давление в закладочный трубопровод для дальнейшей транспортировки смеси в заполняемые выработки (до полной очистки аварийной горной выработки).

Данные работы необходимо произвести в кратчайшие сроки, не позднее двух суток с момента аварии, поскольку далее бетон набирает прочностные свойства и для его разрушения потребуется использовать разрушающие насадки совместно с грунтовым насосом, что усложняет процесс очистки горной выработки.

Список литературы

1. Анушенков А. Н. Совершенствование технологии приготовления многокомпонентных твердеющих смесей на закладочных комплексах рудников НГМК // Управление развитием горных работ при подземной разработке рудных месторождений : материалы Всесоюз. Семинара. Красноярск, 1987. С. 27–28.
2. Анушенков А. Н., Шалауров В. А. Развитие техники и технологии использования отвальных продуктов для закладки выработок // Проблемы геотехнологии и недроведения. Екатеринбург, 1998. Т. III. С. 34–40.
3. Бронников Д. М., Замесов Г. С., Киличенко Д. Г. Основы технологии подземной разработки рудных месторождений с закладкой. М. : Наука, 1973.
4. Золотарев Г. М. Методическое руководство по изготовлению, монтажу и эксплуатации пневмозакладочного трубопровода ТПЗ-200 / ИГД им. А. А. Скочинского. М., 1979.
5. Лещинский М. Ю., Скрамтаев Б. Г. Испытание прочности бетона. М. : Строительство, 1973.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТЫ РУДОСПУСКОВ

Д.А. Журавлев*

Научный руководитель Ю.П.Требуш
доцент, профессор

Сибирский федеральный университет

Значительное количество выработок проходится с перепуском отбитой породы (руды) на нижележащие горизонты по породоспускам (рудоспускам). Обеспечение работоспособности породоспусков является такой же важной задачей, как и осуществление процессов проходческого цикла. Причиной зависаний в рудоспусках является расклинивание кусков руды или переуплотнение руды при большом времени отсутствия работ по выпуску.

Статистика показывает, что из общего числа образующихся зависаний около 74 % находится на высоте от 1 до 3 м от уровня установки средств механизации и 26 % – свыше 3 м. При этом две трети от общего числа зависаний происходит из-за слеживания и переуплотнения отбитой руды.

Широко используемые современные способы и средства ликвидации зависаний руды основаны на использовании внешнего воздействия за зависание посредством механической, взрывной или гидравлической энергии.

Для ликвидации зависаний, находящихся на высоте от 1 до 3 м, наибольшее распространение получил взрывной метод с помощью фугасных зарядов, вводимых в рудоспуск через выпускное отверстие или из смежных выработок. Для этого под замковый кусок руды в своде зависания подводят на шестах заряд ВВ – фугас, массой от нескольких килограммов до десятков килограммов ВВ (рис. 1).

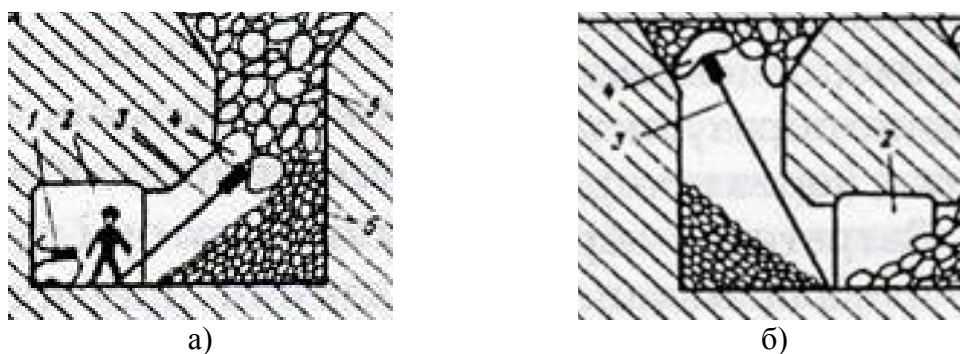


Рис. 1. Схемы ликвидации низкого (а), высокого (б) заторов с использованием фугасов: 1 – накладной заряд; 2 – скреперный штрек; 3 – фугас на шесте; 4 – затор; 5 – горловина воронки; 6 – рудная «постель»

При взрыве фугаса одновременно дробятся и негабариты, застрявшие в выпускном отверстии. Ликвидация зависаний взрыванием фугасных зарядов

* © Журавлев Д.А., 2019

небезопасна и приводит к большой загазованности и запыленности атмосферы. Также подготовка и исполнение этого способа занимает до 60 % времени смены. Но, с другой стороны, это очень простой и доступный способ, чтобы избавиться от завесаний.

Для ликвидации завесаний применяют также заряды, использующие принцип «ударного ядра», у которых при взрыве рабочим телом является толстостенная облицовка в форме шарового сегмента или конуса [1]. Технологию ведения работ поясняют схемы установки зарядов (рис. 2). На рис. 2, а показана подводка на шесте заряда взрывного бурения ЗВБ, который за счет метания кумулятивным зарядом толстостенной облицовки в форме шарового сегмента или конуса разрушает завесание. На рис. 2, б показана ликвидации завесания с развала горных пород, на котором размещается заряд дистанционного действия ЗДД, который осуществляет дистанционное воздействие на завесание. Заряды ЗВБ прошли испытания на подземных рудниках ОАО «Учили́мский ГОК».

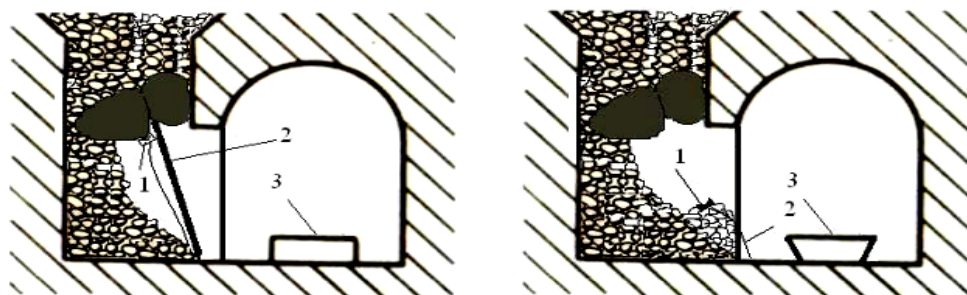


Рис. 2. Схема размещения зарядов ЗВБ и ЗДД при ликвидации завесания:
1 – заряды ЗВБ и ЗДД; 2 – опора; 3 – скрепер; 4 – взрывная сеть

Этот метод применим и при ликвидации «высоких» завесаний в рудоспуске из расклинившихся кусков руды. Пусковое устройство, состоящее из деревянной опоры, распорки и прицельного приспособления, выдвигается в центр сечения рудоспуска при ликвидации завесания (рис. 3). При подрыве заряда ЗДД в направлении зависшей руды летит облицовка заряда со скоростью 2200–2500 м/с. Взрывное дробление зависшей руды производится метаемой облицовкой заряда, масса которой составляет 20–33 % от массы заряда. Кинетическая энергия облицовки заряда, например, ЗВБ – 300 составляет более 17 000 кДж. Отклонение от точки прицеливания на расстоянии 100 м не превышает 1 м.

Для ликвидации завесаний высотой до 3м можно применить способ с использованием энергии сжатого воздуха. Способ был разработан кандидатом технических наук Р.С. Красовским и назван пневмоимпульсным устройством (рис. 4). В основу этого способа положено использование энергии сжатого воздуха под давлением 0,5 – 0,8 МПа, мгновенно выпускаемого из сосуда вместимостью 0,6 – 0,8 через отверстие диаметром 200 – 250 мм [2]. Сжатый воздух вытекает из сосуда через сопло со скоростью, близкой к звуковой, и перемещает сыпучий материал. Явление быстрого истечения сжатого воздуха, сопровождающееся выделением большого количества энергии, можно условно назвать

пневмовзрывом. Управление работой пневмоимпульсной установки производится дистанционно. Пневмоимпульсные устройства (ПУ) устанавливают в нишах под выпускными выработками (под завалом). При образовании затора включают ПУ, и оно выбрасывает из ниши заполнившую ее под углом естественного откоса руду, на которую опирается свод зависания. Пульт управления находится обычно у места управления питателем или скреперной лебедкой.

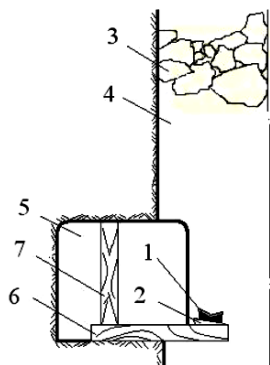


Рис. 3. Ликвидация зависания зарядом ЗДД: 1 – заряд ЗДД; 2 – устройство прицеливания; 3 – зависание; 4 – рудоспуск; 5 – выработка; 6 – опора; 7 – распорка

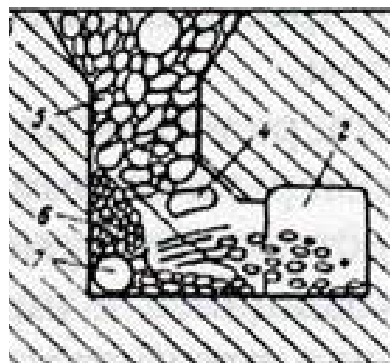


Рис. 4. Ликвидации низкого затора с применением пневмоимпульсного устройства: 2 – скреперный штрек; 4 – затор; 5 – горловина воронки; 6 – рудная «постель»; 7 – пневмоимпульсное устройство

Кроме перечисленных, известны также способы ликвидации зависаний с помощью мощных струй воды, направленных снизу из подземных выработок. Испытывались также импульсные водометы (гидропушка).

Для ликвидации «высоких» зависаний, прежде всего, необходимо установить место зависания по высоте рудоспуска. Это можно осуществить с помощью современных маркшейдерских систем, сканирующих выработки большого сечения, или с помощью лазерной линейки, выдвигаемой под рудоспуск на шесте.

Один из способов ликвидации таких зависаний рассмотрен ранее – с использованием заряда ЗДД. Также используются заряды различных конструкций. Среди них различные динамореактивные системы ДРС (гранатометы). Ликвидация зависаний из крупных кусков руды производится после запуска трех-четырех гранат массой от 2 до 12 кг.

Способ скважинных сотрясательных взрывов заключается в том, что по контуру рудоспуска пробуриваются скважины на глубину зависания породы, затем их заряжают и взрывают, взрыв сотрясает массив и зависание устраняется. Одним из главных условий при взрыве будет являться то, что расстояние между скважиной и рудоспуском должно быть больше, чем ЛНС. В противном случае может произойти обрушение стенок рудоспуска. Недостатками этого способа является то, что уходит много времени на подготовку (обнаружить высоту зависания, пробурить и зарядить скважины), точность определения высоты

зависания должна быть максимальной, иначе взрыв может не сработать и зависание не будет ликвидировано. Есть вероятность того, что рудоспуск будет повреждён взрывом.

Также известен способ ликвидации зависаний горной массы, включающий снабженную гибкой тягой оболочку, наполненную газом легче воздуха, и являющуюся носителем заряда ВВ, размещенного на поверхности. Основными недостатками указанного способа является невозможность управляемого обеспечения достаточно плотного контакта заряда ВВ с зависанием в момент взрыва. Это связано с тем, что заряд ВВ, подвешенный к шарообразной оболочке, располагается на большом расстоянии от поверхности разрушаемых пород.

Выводы

1. Ликвидация зависаний породы в рудоспусках является затратным процессом по времени и материальным ресурсам.

2. Все способы ликвидации зависаний имеют существенные недостатки – или высокие риски по травматизму при ручных способах выполнения работ, или низкую вероятность гарантированного обрушения зависшей породы.

Список литературы

1. Щукин Ю. Г., Кутузов Б. Н., Мацеевич Б. В. Промышленные взрывчатые вещества на основе утилизируемых боеприпасов. М. : Недра, 2014. 319 с.

2. Звегинцев В. И. Газодинамические установки кратковременного действия. Ч. 2. Установки для промышленных приложений. Новосибирск : Параллель, 2015. 339 с. ISDN 978-5-98901-170-4.

К ВОПРОСУ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТАБЕЛЬНОСТИ ЛИТЫХ ТВЕРДЕЮЩИХ СМЕСЕЙ (ЛТС) ДЛЯ ЗАКЛАДКИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

И.С. Зиберов*

Научный руководитель А.Н. Анушенков
доктор технических наук
Научный руководитель М.А. Середкин
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Качество закладочного массива, формируемого твердеющими литыми смесями (ЛТС), обеспечивается как в процессе приготовления смесей, так и за счёт создания условий транспортабельности их с пониженным содержанием воды.

ЛТС состоит из частиц мелкоизмельченного твёрдого наполнителя, равномерно распределённого в жидкой среде высоко активного вяжущего с концентрацией твёрдого до 78 % [1]. Состояние текучести активированных ЛТС сохраняется во время механического воздействия, при снятии которого смесь в течение 5–7 минут переходит в состояние структурированного раствора, расслаивается, начинает терять подвижность.

Самотечное движение ЛТС от места её приготовления на определённое расстояние по горизонтали до выработанного пространства осуществляется за счёт статического напора, создаваемого собственным весом материала закладки в вертикальном ставе.

Предельное расстояние горизонтального транспортирования самотеком представляет собой максимально допустимое плечо подачи ЛТС под действием её статического напора в вертикальном ставе трубопровода.

В случае необходимости подачи литой твердеющей закладочной смеси на расстояние, превышающее максимально допустимую длину самотечного транспортирования, плечо доставки ЛТС рекомендовано удлинять, используя для этого подпорное транспортирование с гидродинамическими активаторами напорного действия, который генерирует в смесь импульс энергии с созданием дополнительного напора смеси в сторону движения потока [2]. Однако широкого использования в промышленности они не получили.

Структурирование и расслоение ЛТС в процессе их транспортирования существенно влияют на параметры трубопроводного транспорта, так как по мере их движения по трубопроводу происходит не только падение напора, но и изменение вязкости смеси и, как следствие, её текучести. Тем более, что из-за пониженного содержания воды она и в начальный момент не имела её избытка в связи с повышенной вязкостью.

* © Зиберов И.С., 2019

При бурении скважин, несмотря на еще недостаточную изученность всех факторов псевдооживления аэрированных воздухом глинистых буровых растворов, оно уже нашло своё промышленное применение [3]. Согласно материалам публикаций, введение пузырьков воздуха в буровой раствор и их рассредоточение в нем вызывает в многофазной системе псевдооживление твердой фазы. Равномерное распределение твердой фазы в дисперсии и разделение ее отдельных частиц и агрегатов газовой воздушными пузырьками способствует снижению внутреннего трения в системе, повышая в частности её текучесть в динамических условиях. Поэтому, несмотря на большую концентрацию твердой фазы, аэрированные воздухом буровые растворы обладают повышенной текучестью и подвижностью [4].

Объём воздуха, способного к растворению в воде, увеличивается прямо пропорционально повышению давления, а статическое давление, запасённое в вертикальном стале ЛТС, достигает десятков атмосфер. Поэтому представляется целесообразным использовать этот напор для максимизации объёма растворённого воздуха в ЛТС, снижения её вязкости и гидравлического сопротивления при движении по горизонтальным трубопроводам. За счёт этого прогнозируется увеличить максимально допустимое плечо самотечного транспортирования ЛТС с содержанием твёрдого до 78 %.

Теоретически газы растворяются в воде незамедлительно, когда сохраняются следующие условия:

- молекулы газа и воды расположены близко друг к другу;
- сопротивление растворения снижается до минимума;
- газ вводится непосредственно в структуру аэрируемой воды;
- организовано рациональное движение воды, подвергаемой аэрации.

Для экспериментального исследования влияния растворённого и механически распределённого в ЛТС воздуха на её вязкость и текучесть сотрудниками кафедры ПРМ СФУ предложено использовать вихревой смеситель, который уменьшает вязкость смеси как путём эффективного растворения воздуха в жидкой фазе смеси за счёт диффузии, так и образования и сравнительно равномерного механического распределения микропузырьков в объёме смеси (5).

Экспериментальный лабораторный стенд выполнен в виде гидроциклонной установки, содержащей гидроциклон 3 с входным патрубком, трубопровод подачи сжатого воздуха, напорный трубопровод подачи исходной ЛТС и вихревой смеситель, выполненный в виде цилиндрических трубопроводов с переменным поперечным сечением, при этом трубопровод исходной ЛТС тангенциально присоединён к боковой поверхности трубопровода 1 с большим поперечным сечением, в одно из оснований которого введён трубопровод подачи сжатого воздуха, в другое его основание установлен трубопровод 2 из прозрачного материала с меньшим поперечным сечением, соединённый входным патрубком с гидроциклоном 3. Схема стенда приведена на рисунке.

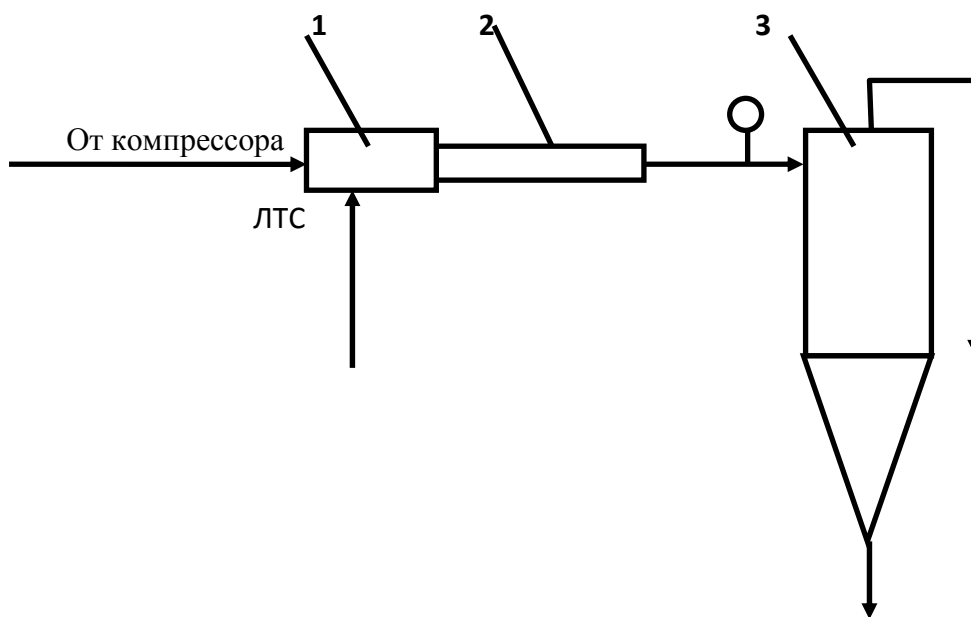


Рис. Экспериментальный лабораторный стенд

ЛТС с пониженным содержанием воды через нагнетающий патрубок поступает в цилиндрический трубопровод большего диаметра 1 вихревого смесителя по касательной к его внутренней поверхности, приобретая в результате вращательное движение. Сжатый воздух поступает в него по центральной оси и вовлекается в спиралеобразное движение ЛТС. При этом образуются две основные, вращающиеся в одну сторону и двигающиеся по спирали к трубопроводу меньшего диаметра 2, области – внешняя и внутренняя.

Внешняя область занимает большую рабочую часть поперечного сечения. Под влиянием градиента давления вращательного движения пузырьки воздуха мигрируют в сторону оси трубопровода и удерживаются вблизи неё, образуя внутреннюю область. Она представляет собой прямооточный вихревой канал с воздушным столбом по оси трубопровода.

Наряду с тем, что происходящие в прямооточном центральном вихревом канале процессы предотвращают образование пробкового режима движения воздушно-жидкостной смеси со скачками давления, в нём наилучшим образом реализуются основные условия высокоэффективного растворения воздуха в жидкости – воздух вводится непосредственно в структуру аэрируемой области под давлением, молекулы жидкости и воздуха наиболее близко соприкасаются друг с другом, и организовано поступательное движение смеси с повышенной скоростью.

Благодаря прямооточному вихревому каналу во внутренней области поперечного сечения трубопровода 2 осуществляется эффективное смешивание, образование и сравнительно равномерное рассредоточение в жидкой фазе микропузырьков воздуха. Так как трубопровод меньшего диаметра соединён с входным патрубком гидроциклона 3, то в последний поступает преимущественно ЛТС вихревого канала с повышенной концентрацией механически смешанных с ней микропузырьков и максимальным количеством растворённых в жидкой

фазе молекул воздуха. Такая смесь должна обладать значительно меньшей вязкостью, лучшей текучестью и способностью к эффективной классификации в гидроциклоне 3 в сравнении с исходной смесью. По этому показателю можно опосредованно оценить степень влияния аэрации ЛТС на её вязкость, потенциальную возможность уменьшения гидравлического сопротивления при транспортировании по трубопроводам и увеличения тем самым длины самотечного транспортирования ЛТС по горизонтали.

Предварительные испытания смешивания воздуха с водой в вихревом смесителе подтверждают:

- осуществимость эффективного растворения и механического смешивания воздуха с жидкостью под давлением в проточном трубопроводе, о чём свидетельствует равномерный молочный цвет потока в трубопроводе меньшего диаметра и сливе гидроциклона;
- в турбулентном вращающемся спиралеобразном потоке напорного трубопровода идёт интенсивное смешивание воздуха и жидкости. При этом генерируются микропузырьки и предотвращается образование крупных пузырей воздуха, приводящих к нестабильному пробковому режиму течения ЛТС.

Список литературы

1. Бреннер Г. Реология двухфазных систем // Реология суспензий. М. : Мир, 1975. С. 11–67.
2. Анушенков А. Н., Фрейдин А. М., Шалауров В. А. Создание технологии приготовления и транспорта литой твердеющей закладки на основе активации смесей из отходов производства // Горные науки на рубеже 21 в. : тез. докл. Междунар. конф. М., Пермь, 1997. С. 9–10.
3. Михеев В. Л. Технологические свойства буровых растворов. М. : Недра, 1979.
4. Псевдооживление / под ред. проф. Н. М. Гальперина. М. : Химия, 1974.
5. Патент Кл. МПК7: В82В1/00 В01F5/00 № 2553900, Генератор микропузырьков и устройство генерирования микропузырьков, ХАТО Йоко (Япония).

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВОССТАЮЩИХ СПОСОБОМ СЕКЦИОННОГО ВЗРЫВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ РУДНИКА «БЕРЕЗИТОВЫЙ»

В.С. Лобанов*

Научный руководитель Д.А. Урбаев
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Рудник «Березитовый» осуществляет разработку одноименного месторождения комбинированным способом. В 2018 г. началось строительство подземного рудника. Согласно проектной документации принята схема вскрытия двумя наклонными транспортными съездами и спиральными съездами. В связи с пространственной обособленностью рудных тел принято четыре этапа отработки. В соответствии с требованием нормативных документов [1, 2], а также практикой отработки месторождений комбинированным способом, принята система разработки подэтажными штреками с отбойкой руды на открытое очистное пространство, с торцевым выпуском и закладкой боковыми породами. С учетом геомеханического обоснования выполненного Уральским филиалом ВНИМИ, принята высота подэтажа 20 м. Подэтажи отрабатывают в восходящем порядке.

С рабочих горизонтов руду доставляют самосвалами по спиральным съездам. Для разжижения газов ДВС самосвалов на съезд подается свежий воздух по вентиляционному ходовому восстающему, сечением 5,6 м², служащему также для эвакуации персонала на случай аварии.

Современные технологии строительства восстающих предполагают частичное или полное отсутствие людей в забое на основных проходческих операциях. К таким технологиям относят строительство восстающих способами: бурением на все сечение, глубокими скважинами с отбойкой на всю высоту, секционное взрывание глубоких скважин.

Небольшие запасы, подлежащие подземной отработке, крутое залегание многочисленных рудных тел определяют короткие сроки подготовки, то есть высокие скорости проведения горных выработок. Нецелесообразность покупки дорогостоящего оборудования для бурения восстающих на все сечение, жесткие требования к соблюдению целостности контурного массива и конфигурации проектного контура, диктуют выбор технологии в пользу строительства восстающих в условиях рудника «Березитовый» секционным взрыванием глубоких скважин.

В связи с вышеизложенным возникает общая проблема, заключающаяся в обосновании параметров технологии строительства восстающих данным способом, обеспечивающая безопасность персонала, высокие технико-

* © Лобанов В.С., 2019

экономические показатели, применение высокопроизводительного самоходного оборудования.

Проведенный обзор литературы показал, что с точки зрения обоснованности параметров хорошо изучены и описаны возможные варианты буровзрывных работ, а именно расположение и диаметры врубовых и компенсационных скважин в контуре восстающего. Также подробно рассмотрены вопросы конструкции зарядов, длины отбиваемой секции и т. п. [3].

Другими словами, полученные сведения из практики и литературы освещают способ проходки глубоких скважин секционным взрыванием только с точки зрения проходки восстающих без крепления в устойчивых породах.

Однако, по мнению автора, недостаточно исследований, направленных на выработку работоспособных решений в их взаимной увязке по проходке восстающих, требующих крепления или/и разделения сечения на несколько функциональных отделений.

Целью наших исследований является обоснование технологии строительства вентиляционно-ходовых восстающих в условиях рудника «Березитовый», обеспечивающая низкую трудоемкость работ, высокие скорости выполнения операций и безопасность труда. Вопрос, на который наше исследование даёт ответ: как строить восстающие на данном руднике быстро и безопасно, при этом обходясь комплектом проходческого оборудования, имеющегося на предприятии.

Нашим утверждением является следующее – грузить и вывозить породу при отбойке каждой секции, а затем и креплении участка, не полностью, а в рассчитанном объеме, обеспечивающем создание породной закладки, в будущем служащей рабочей площадкой при креплении пройденного восстающего сверху вниз венцовой деревянной крепью.

Для проверки нашего утверждения применялся метод математического моделирования с использованием программного пакета Microsoft Office.

Исходные данные для выполнения расчета объема частичной погрузки при строительстве ВХВ в условиях рудника «Березитового»:

- габариты подэтажного квершлага – ширина 3,7 м, высота 4,2 м;
- угол естественного откоса 35–40°;
- коэффициент крепости породы 16;
- габариты ВХВ – ширина 2 м, длина 2,8 м, высота 15,8 м;
- высота и количество отбиваемых секций – 2 м, 8 секций;
- объем ковша ПДМ Sandvik LH410 (5 м³);
- высота необходимого пространства для компенсации при взрыве секции (3,8 м);
- коэффициент разрыхления 1,56.

Результаты расчета объема погрузочно-транспортных работ на стадии отбойки секций представлен в табл. 1.

Таблица 1

Расчет объема частичной погрузки на стадии отбойки отдельных секций

Номер взрывае- мой секции скважин	Объем массива взрываемой секции, м ³	Объем взорванной горной массы накоп- ленной в контуре восстающего, м ³	Объем частичной погрузки м ³	Количество необходимых рейсов ПДМ
1	11,2	17,47	–	–
2	11,2	34,94	–	–
3	11,2	52,41	–	–
4	11,2	69,88	3,8	1
5	11,2	83,47	6,3	2
6	11,2	94,57	6,3	2
7	11,2	105,63	6,3	2
8	11,2	116,71	6,3	2

Крепление деревянной крепью восстающего производится сверху вниз. Для этого рабочие с помощью лестниц становятся на деревянный настил, уложенный на магазин разрыхленной породы, для производства операций. После крепления верхнего незакрепленного участка производится частичная погрузка с целью опускания уровня рабочей поверхности на глубину, равную возможной высоте комфортного производства рабочих операций, принятой 2,5 м. При опускании магазина нахождение людей в контуре восстающего запрещено.

Расчитанные объемы частичной погрузки после крепления каждого участка представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчет объема частичной погрузки на стадии крепления

Номер закреп- ляемого участка	Высота закрепляемого участка, м	Расход дерева, м ³	Объем частичной по- грузки для опускания рабочей поверхности на необходимую глубину, м ³	Количество необходимых рейсов ПДМ
1	3	1,44	–	–
2	2,5	1,2	21,84	5
3	2,5	1,2	21,84	5
4	2,5	1,2	21,84	5
5	2,5	1,2	21,84	5
6	2,5	1,2	21,84	5

Таким образом, на стадии проходки восстающего за счет применения способа глубоких скважин, операции по бурению сконцентрированы на начальной стадии; на протяжении трех из восьми основных стадий отсутствуют погрузоч-

но-транспортные операции и работают только взрывники; на остальных стадиях отбойки загрузка ПДМ минимальна.

На стадии крепления восстающего венцовой деревянной крепью отсутствует необходимость покупки специального подвешного оборудования с целью создания искусственной рабочей площадки для крепильщиков. Также на основе представленных расчетов появляется возможность сетевого планирования работы дизельного самоходного оборудования. Кроме того, сокращается время работы ДВС в тупиковой выработке, что благоприятно сказывается на вентиляции участка, а погрузка основного объема отбитой породы происходит в конце строительства при наличии сквозной струи воздуха.

Список литературы

1. 13-2-93 ВНТП «Нормы технологического проектирования рудников цветной металлургии с подземным способом разработки». СПб. : АО «ГИПРОРУДА», 1993.

2. Методические указания по технологическому проектированию горнодобывающих предприятий металлургии с подземным способом разработки (Приложение к ВНТП 13-2-93). СПб. : АО «ГИПРОРУДА», 1993.

3. Справочник по горнорудному делу / под ред. В. А. Гребенюка, Я. С. Пыжьянова, И. Е. Ерофеева. М., Недра, 1983. 816 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ОТБИТОЙ ГОРНОЙ МАССЫ

К.Г. Мукин, С.С. Костылев, М.А. Лобацевич*

Научный руководитель Г.С. Курчин
кандидат технических наук, доцент,
Сибирский федеральный университет

Минерально-сырьевые ресурсы являются основой экономического роста и независимости любого государства. Для их добычи в настоящее время активно применяются различные технологии и методы. Однако использование буровзрывных работ для разрушения массива все ещё является доминирующим.

Буровзрывные работы являются первыми в цепи технологических процессов горного производства и в значительной мере определяют экономическую эффективность всего цикла процессов по добыче и первичной переработке полезных ископаемых на предприятии. На крупных горных предприятиях затраты на буровзрывные работы (БВР) представляют собой значительную долю от общих затрат на добычу. Поэтому совершенствование технологии ведения БВР является одним из ключевых направлений в комплексе задач по повышению эффективности освоения месторождения.

В этом контексте одним из главных технологических вопросов, стоящих сегодня перед горными инженерами, является снижение выхода негабаритной фракции. Поэтому в настоящее время усилия многих ученых направлены на разработку достоверных моделей прогнозирования гранулометрического состава отбиваемой горной массы как одного из начальных факторов сокращения экономических потерь во всем технологическом цикле. Тем не менее многие из существующих моделей не учитывают взаимовлияние ряда факторов, чем и объясняется нестабильность показателей буровзрывных работ, низкая их эффективность и, как следствие, повышенный выход негабаритов.

Разработанная для горнодобывающих предприятий модель прогнозирования гранулометрического состава будет интересна лишь в том случае, когда предлагаемое технологическое решение в совокупности с заранее установленной фракцией горной массы позволит увеличить эффективность взрывных работ с желательным снижением всех материальных и нематериальных затрат.

Работа в данном направлении проводится коллективом авторов кафедры «Шахтное и подземное строительство» в Сибирском федеральном университете в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук (МК-1178.2018.8) [1–4].

* © Мукин К.Г., Костылев С.С., Лобацевич М.А., 2019

Список литературы

1. Vokhmin S. A., Kurchin G. S., Kirsanov A. K., Shigin A. O., Shigina A. A. Prospects Of The Use Of Grain-Size Composition Predicting Models After Explosion In Open-Pit Mining // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). Volume 9, Issue 4, April 2018. Pp. 1056–1069.
2. Курчин Г. С., Костылев С. С., Петушкова Т. А. Обоснование необходимости применения забойки при производстве взрывных работ // Вестник Современных исследований. Выпуск № 4-1 (19), апрель 2018. С. 28–30.
3. Курчин Г. С., Ефремов П. Ю., Костылев С. С. О влиянии коэффициента крепости горной массы на гранулометрический состав взрываемого массива // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. 2 февраля 2018 г. Кемерово. С. 9–10.
4. Курчин Г. С., Костылев С. С., Петушкова Т. А., Ефремов П. Ю. Влияние крепости породы на гранулометрический состав отбиваемой горной массы // Збірник центру наукових публікацій «Велес» за матеріалами міжнародної науково-практичної конференції 1 частина: «Зимові наукові читання», м. Київ: збірник статей (рівень стандарту, академічний рівень). К. : Центр наукових публікацій, 2018. С. 4–7.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ РАЗРАБОТКИ С СЕЛЕКТИВНОЙ ВЫЕМКОЙ И ЗАКЛАДКОЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНДИЦИОННОСТИ РУД

А.А. Передрий*

Научный руководитель Б.А. Ахпашев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Очень сложная морфология, проявляющаяся в беспорядочном чередовании сложных кварцевых жильных тел и сланцевых участков, и исключительно неравномерное распределение золота в кварцевых телах чрезвычайно затрудняют разведку месторождения, подсчет запасов руды и металла, выбор эффективных вариантов систем разработки [1].

Выбор эффективной технологии добычи на действующих долгое время рудниках осложняется еще тем, что качество оставшихся балансовых запасов закономерно снижается. Имеющиеся забалансовые запасы отрабатывать базовой технологией нерационально, несмотря на то, что их количества могло бы хватить на многолетнюю работу предприятия.

Одно из решений, принимаемое на подобных рудниках, заключается в увеличении объема добычи руды и за счет этого получение рентабельности несмотря на снижение содержания в добываемой руде. Однако это требует приобретения дополнительного горного оборудования и увеличения производительности обогатительной фабрики, что не всегда возможно без значительной её реконструкции.

Другим путем, который можно реализовать именно на сложноструктурных месторождениях с неравномерным распределением полезных компонентов в залежи, заключается в переходе на селективную выемку.

Сущность технологии селективной очистной выемки заключается в выделении обогащенных участков рудного тела в границах блока, извлечение только этих участков и оставление остальных запасов блока в качестве закладки. За счет этого происходит снижение затрат на транспорт, подъем и обогащение руды, содержание в руде повышается по сравнению с валовой выемкой. Кроме того, бедную руду, остающаяся в выработанном пространстве в качестве закладки, можно рассматривать как техногенные запасы для подземного выщелачивания.

Далее рассмотрены варианты с применением переносной и самоходной техники.

Система с селективной выемкой [2] – это видоизмененный вариант системы горизонтальными слоями с сухой закладкой прирезками, ориентированными в крест простирания. Ширина прирезок не более 8 м. С целью их разграничения используются целики шириной 3 м, которые также подвергаются селек-

* © Передрий А.А., 2019

тивной выемке (рис. 1). Отбойка – восходящими шпурами в отступающем порядке, позволяет вести селективную выемку на слое. Закладка – за счет отбитого сланца из безрудных прослоев. Доставка руды – скреперная по настилу. Перед отбойкой участков оставляемых в качестве закладки настил убирается. После отработки слоя осуществляется разравнивание закладки с скрепером.

Главным процессом очистной выемки влияющим на качество добываемой рудной массы в данной системе является отбойка. Анализ строения рудных тел показывает, что наиболее точно конфигурацию жил можно учесть при вертикальном расположении плоскости отбойки.

Распределение шпуров должно обеспечивать максимально точное оконтуривание рудных и породных участков. Перед отбойкой необходимо производить осмотр лба забоя для уточнения положения обогащенных участков. При отбойке массивных породных прослоев шпуры обуриваются по равномерной сетке.

В зависимости от размеров рудных участков отбойка их может осуществляться как всем рядом шпуров по ширине камеры, так и отдельными частями.

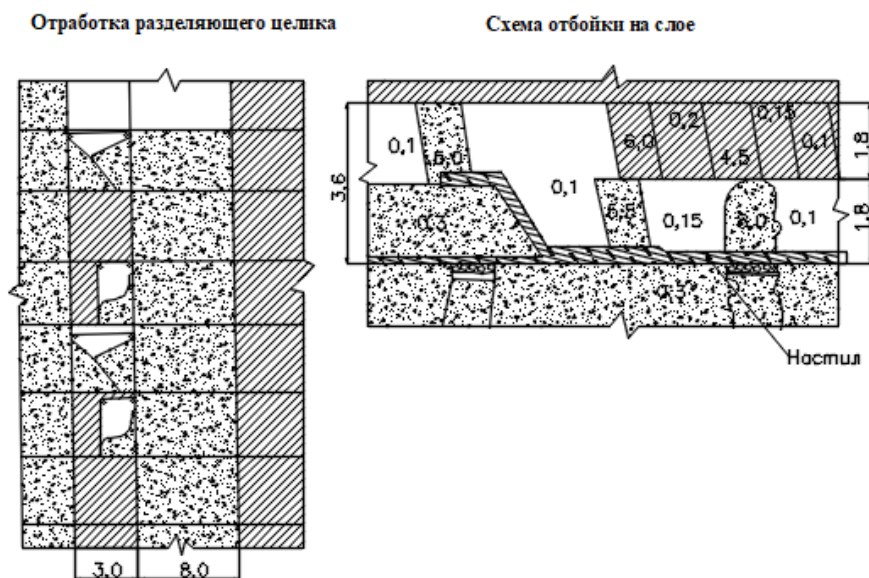


Рис. 1. Система разработки горизонтальными слоями с закладкой прирезками и селективной выемкой

Технология системы разработки горизонтальными слоями с селективной выемкой с применением самоходной техники в общем виде выглядит следующим образом (рис. 2). Блоки разбиваются на выемочные камеры шириной 5 м. Камеры ориентируются согласно длинной стороне блока или в зависимости от характера оруденения, с тем, чтобы можно было организовать селективную выемку. Блок подготавливается уклоном, от которого проводятся слоевые доставочные орты, пересекающие рудную зону. При возможности слоевые орты проходятся из транспортного уклона.

Отбойка руды мелкошпуровая на открытое очистное пространство. Бурение восходящих шпуров осуществляется самоходными буровыми установками Boomer T1 D. Взрывание многорядное короткозамедленное. Доставка рудной массы через доставочные орты с разгрузкой ПДМ в рудоспуски. Отбитые породные участки оставляются в выработанном пространстве в качестве закладочного материала. Излишки пустой породы доставляются до породоспусков.

В блоках с низким коэффициентом рудоносности предполагается использование в качестве закладочного материала только породные пропластки в контуре блока, поэтому породоспуски в каждую камеру не предусматриваются. В блоках с высоким коэффициентом рудоносности или с оруденением не позволяющим вести селективную выемку закладочный материал перепускается через породоспуски, проводимые в каждой камере, и распределяется с помощью ПДМ. Закладочный материал поступает от проведения выработок, из блоков с низким коэффициентом рудоносности или с поверхности.

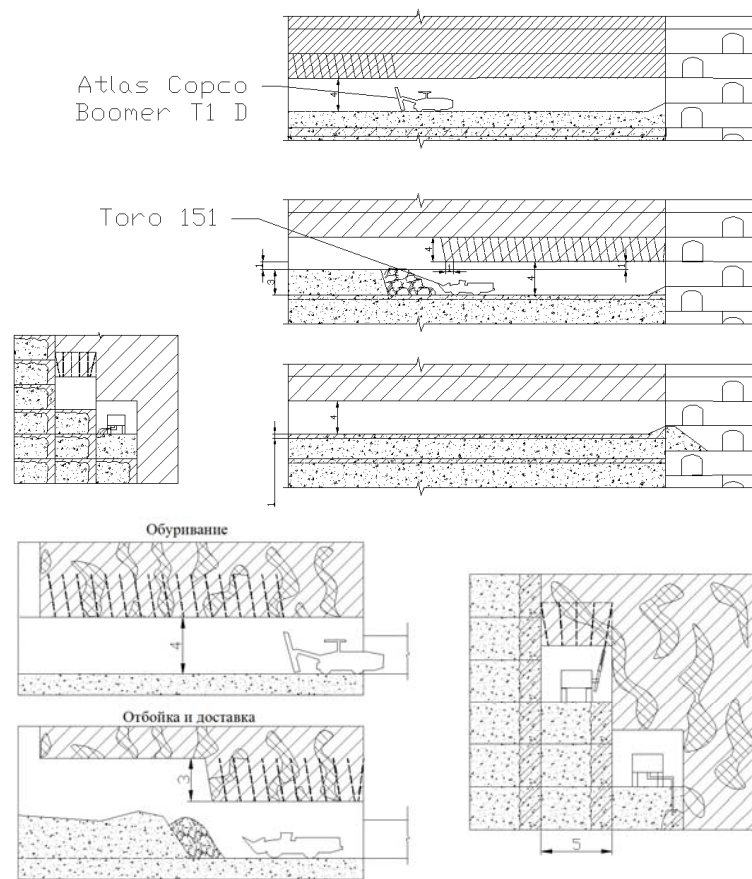


Рис. 2. Схема отработки блока с селективной выемкой и сухой инъекционной закладкой

После укладки сухой закладки, закладочный массив инъецируется цементно-песчаным раствором полосой вдоль борта будущей соседней камеры на ширину 1,5 м и на глубину слоя закладки 3 м.

Таким образом, за счет разделения запасов по качеству получаемой руды, появляется возможность получения металла из каждого вида руды с минималь-

ными затратами. За счет этого забалансовые при валовой выемке запасы могут быть переведены в категорию балансовых и эффективно освоены.

Список литературы

1. Зверьков В. И. Эффективность методов подземной разработки месторождений руд резко различного качества, Красноярское книжное издательство, 1976. С. 44–47.
2. Ахпашев Б. А. Изыскание эффективной технологии очистной выемки для повторной подземной разработки мощных сложноструктурных золоторудных месторождений (на примере месторождения Советское) : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1997. 22 с.

ДЭО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РУД В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ФОРМИРОВАНИЯ РУДОПОТОКОВ ТОВАРНОЙ РУДЫ РАЗНЫХ ТИПОВ

Р.В. Рогачев*

Научный руководитель В.Л. Ермолаев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Месторождения совместно залегающих руд разных природных и технологических типов широко представлены в практике горного производства. Очень часто на таких месторождениях залежи разных типов имеют непосредственный контакт друг с другом. При отработке запасов на контактах залежей происходит перемешивание руд разных типов, что негативно сказывается на общих показателях их переработки и снижает эффективность освоения месторождений. Вместе с тем в действующих нормативных документах по нормированию показателей извлечения руды из недр рассматриваются только случаи отработки залежей, имеющих на своих контактах вмещающие породы или руды с некондиционным содержанием полезных компонентов.

Для идентификации руд разных технологических типов и сортов В. Л. Ермолаевым была предложена методика выделения руд разных типов и сортов на основе дифференциальных экономических оценок их технологических свойств [1, 2].

Дифференциальная экономическая оценка технологических свойств (ДЭО) минерального комплекса численно оценивает составляющую массу прибыли (чистого дохода или убытка), приносимую 1 т минерального комплекса (разнотипных руд, породы или закладки), вовлеченной в добычу и переработку по конкретным технологиям в составе определенного рудопотока, и вычисляется по формуле

$$\mathcal{E}_{mj} = \mathcal{C}_{mj} - \mathcal{Z}_{mj}, \quad (1)$$

где $m = \{1, \dots, M_p\}$ – индексы минеральных комплексов, представленных рудными разностями, $m = \{M + 1, \dots, M\}$ – индексы минеральных комплексов, представленных нерудными компонентами товарной руды; $j = \{1, \dots, J\}$ – индексы рудопотоков и соответствующих им технологических схем переработки руды; \mathcal{E}_{mj} – ДЭО m -го минерального комплекса в составе товарной руды j -го рудопотока, руб.; \mathcal{C}_{mj} – извлекаемая ценность полезных компонентов из 1 т m -го минерального комплекса при переработке в составе товарной руды j -го рудопотока, руб.; \mathcal{Z}_{mj} – затраты на добычу, транспортировку и переработку 1 т m -го минерального комплекса в составе товарной руды j -го рудопотока, руб.

* © Рогачев Р.В., 2019

Порядок расчёта значений извлекаемой ценности полезных компонентов Ψ_{mj} определяется применяемой технологической схемой переработки руды в j -м рудопотоке, а величина затрат Z_{mj} складывается из суммы:

$$Z_{mj} = C_{dj} + C_{tj} + Z_{pmj} \quad (2)$$

где C_{dj} и C_{tj} – себестоимости добычи и транспортировки 1 т товарной руды в j -м рудопотоке; Z_{pmj} – затраты на переработку 1 т m -го минерального комплекса в составе товарной руды j -го рудопотока, руб.

Алгоритм расчёта затрат на переработку 1 т m -го минерального комплекса в составе товарной руды j -го рудопотока зависит от применяемой технологической схемы переработки руды в j -м рудопотоке.

Рациональное формирование рудопотоков товарной руды невозможно без должного информационного обеспечения (рисунок), включающего решение следующих задач:

- типизации руд – определения технологических типов природных разновидностей руд;
- определение положения геологических контактов между рудами разных технологических типов между собой и с вмещающими породами;
- определение положения технологических контуров отработки на контактах руд разных типов между собой и с вмещающими породами.

Вышеперечисленные задачи решаются с использованием критериев, полученных на основе ДЭО руд и пород. Так, критерием для идентификации технологического типа m -го минерального комплекса является следующее соотношение ДЭО:

$$\mathcal{E}_{mj} \rightarrow \max, \quad j = \{1, \dots, J\}. \quad (3)$$

Критерием для установления технологического типа рудной массы, отбитой в очистном забое и представленной смесью отдельных минеральных комплексов, является максимум прибыли, которая формируется при переработке этой рудной массы:

$$np_j = \sum_{m=1}^M Q_m \mathcal{E}_{mj} \rightarrow \max, \quad j = \{1, \dots, J\}, \quad (4)$$

где np_j – величина прибыли при переработке 1 т рудной массы по j -й технологии, руб.; Q_m – доля m -го минерального комплекса в составе рассматриваемой рудной массы, доли ед.

Большой практический интерес с точки зрения нормирования показателей извлечения полезных ископаемых из недр представляют частные случаи определения нормативного контура отработки на границе между двумя минеральными комплексами.

В качестве примера приведём алгоритмизированный критерий для определения положения нормативного контура разделения рудопотоков на границе двух залежей руд разных технологических типов:

$$\mu_s = \frac{S_1}{S_2} = \frac{\gamma_2 (\mathcal{E}_{22} - \mathcal{E}_{21})}{\gamma_1 (\mathcal{E}_{11} - \mathcal{E}_{12})}, \quad (5)$$

где μ_s – соотношение площадей руд 1-го (S_1) и 2-го (S_2) технологических типов на поверхности нормативного контура разделения рудопотоков, доли ед.; γ_1 и γ_2 – плотности руд 1-го и 2-го технологических типов, т/м³; \mathcal{E}_{11} и \mathcal{E}_{12} – ДЭО руды 1-го технологического типа при её добыче и переработке в составе рудопотоков товарной руды 1-го и 2-го технологического типа соответственно, руб.; \mathcal{E}_{21} и \mathcal{E}_{22} – ДЭО руды 2-го технологического типа при её добыче и переработке в составе рудопотоков товарной руды 1-го и 2-го технологического типа, руб.



Рис. Принципиальная схема движения информации при формировании рудопотоков товарной руды разных технологических типов

Положение нормативного контура отработки на контакте руды и вмещающих пород должно соответствовать соотношению площадей руды и породы на поверхности этого контура, определяемому по формуле

$$\mu_s = \frac{S_p}{S_n} = - \frac{\gamma_n \mathcal{E}_n}{\gamma_p \mathcal{E}_p}, \quad (6)$$

где μ_s – соотношение площадей руды (S_p) и породы (S_n) на поверхности нормативного контура отработки, доли ед.; γ_p и γ_n – плотности руды породы, т/м³; \mathcal{E}_p и \mathcal{E}_n – ДЭО руды и породы соответственно, руб.

Список литературы

1. Вохмин С. А., Требуш Ю. П., Ермолаев В. Л. Планирование показателей извлечения при подземной разработке месторождений полезных ископаемых. Красноярск : ГАЦМиЗ, 2003. 160 с.
2. Ермолаев В. Л. Повышение полноты и качества извлечения разнотипных руд сближенных залежей (на примере Талнахского и Октябрьского месторождений) : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 1997. 21 с.

Горные машины и комплексы

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЕ РАЗБОРНОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА СО СФЕРИЧЕСКИМИ ШАРОШКАМИ*

К.А. Бовин[†]

Научный руководитель А.В. Гилев
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Напряженно-деформированное состояние (НДС) бурового инструмента характеризуется рядом факторов, основными из которых являются его конструктивные особенности и действующие на него нагрузки.

Характер распределения и восприятия нагрузки во многом зависит от формы вооружения породоразрушающих элементов долот (в нашем случае сферических шарошек), которые выбираются в зависимости от типа долота и свойств горных пород.

Прочностные расчеты разборного шарошечного долота сферического типа выполнены с использованием конечно-элементных технологий моделирования в программной среде ANSYS при условии максимальных усилий и моментов ($P_{oc}=750$ кН, $M_{вр}=6,5$ кНм), создаваемых современными высокопроизводительными буровыми станками (CAT MD6750), а также их неравномерного распределения по элементам долота при взаимодействии с забоем скважины.

На рис. 1, а представлена конечно-элементная (КЭ) модель бурового долота. Основные элементы этой модели состоят из десяти узловых тетраэдров, а оси сформированы 20-узловыми гексагональными элементами. При построении КЭ модели использовался метод *Tetrahedrons* с установкой локальных сгущений сетки для большей детализации.

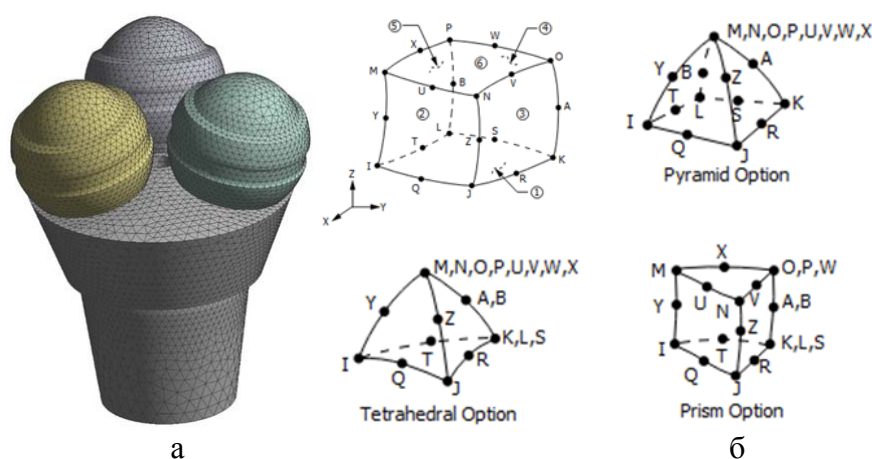


Рис. 1. Конечно-элементная модель бурового долота со сферическими шарошками:
а – модель конечных элементов; б – конечные элементы модели

* НИР выполнена в рамках реализации Гранта Президента МД-2211.2018.8.

[†] © Бовин К.А., 2019

Для изготовления элементов долота приняты следующие материалы: корпус выполнен из стали 14ХНЗМА-Ш, подшипниковая опора – из стали 50ХН, сферические шарошки – 16ХНЗНМА-Ш, вооружение фрез – металлокерамический твердый сплав ВК8В. Свойства данных материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства материалов, применяемых для изготовления долота

Свойство	Обозначение	Материал		
		<i>Корпус</i>	<i>Ось</i>	<i>Шарошки</i>
		14ХНЗМА-Ш	50ХН	16ХНЗНМА-Ш
Предел текучести, МПа	σ_T	885	885	835
Предел кратковременной прочности, МПа	σ_B	980	1080	930
Модуль упругости, МПа	E	$2,14 \cdot 10^5$	$2,15 \cdot 10^5$	$2,16 \cdot 10^5$
Коэффициент Пуассона	ν	0,25	0,27	0,26

Для оценки эффективности конструкции разборного бурового инструмента со сферическими шарошками со стороны его прочностных характеристик достаточным является рассмотрение двух случаев нагружения: 1 – вся нагрузка делится равномерно на три шарошки; 2 – вся нагрузка приходится на одну шарошку. На рис. 2 приведены распределения полей эквивалентных напряжений по конструкции разборного бурового долота со сферическими шарошками при первом случае нагружения.

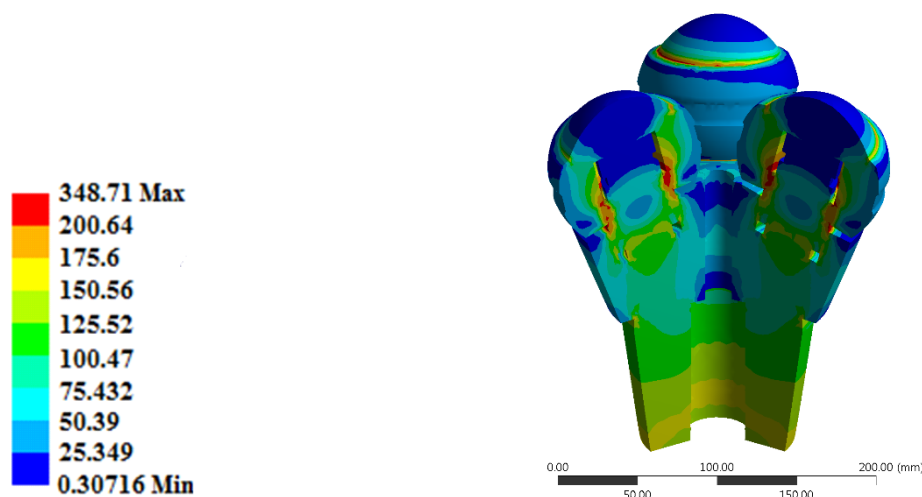


Рис. 2. Распределение полей эквивалентных напряжений по конструкции долота, при равномерном распределении нагрузки на три шарошки

По данным, представленным на рис. 2, видно, что максимальные значения полей эквивалентных напряжений возникают в местах контакта шарошек с осями, номинальные значения которых составляют 348,71 МПа. Следует отме-

тить, что полученные значения напряжений ниже (на 5–10 %) допускаемых величин и не превышают предела текучести (σ_T) и предела кратковременной прочности материала (σ_B), из которого изготовлен корпус (табл. 1).

На рис. 3 приведены распределения полей эквивалентных напряжений по конструкции разборного бурового долота со сферическими шарошками при втором случае нагружения. По данным рис. 3 можно сделать выводы, аналогичные рис. 2. Максимальные значения эквивалентных напряжений, как и в первом случае нагружения, возникают в местах контакта шарошек с осями и составляют 815,51 МПа. Следует отметить, что полученные значения напряжений ниже (на 5–10 %) допускаемых величин и не превышают предела текучести (σ_T) и предела кратковременной прочности материала (σ_B), из которого изготовлен корпус (табл. 1). Разница в распределении нагрузки заключается только в том, что в случае действия всей нагрузки на одну сферическую шарошку одна сторона долота оказывается нагруженной более остальных.

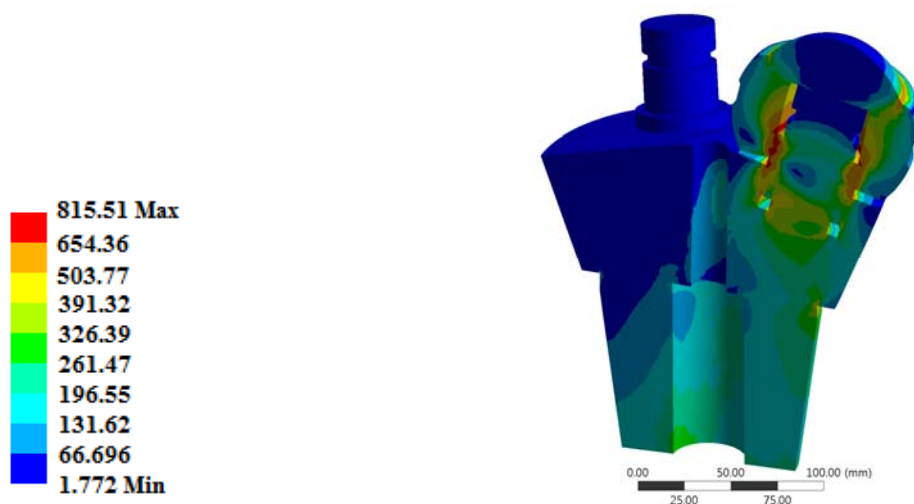


Рис. 3. Распределение полей эквивалентных напряжений по конструкции долота, при действии всей нагрузки на одну шарошку

В табл. 2 представлены напряжения, возникающие в элементах долота, а также допустимые напряжения для материала из которых изготовлены элементы долота.

Таблица 2

Напряжения, возникающие в элементах долота

Элемент долота	Материал	Расчетные напряжения в элементе σ_t , МПа	Допустимые напряжения для материала σ_t , МПа
Корпус	14ХНЗМА-Ш	320,86 / 855,33	885
Ось	50ХН	247,44 / 859,8	885
Шарошка	16ХНЗНМА-Ш	348,71 / 815,51	835

Примечание. В числителе указаны эквивалентные напряжения, возникающие при равномерном распределении прилагаемой нагрузки на три сферические шарошки, а в знаменателе – напряжения, возникающие при действии всей нагрузки на одну сферическую шарошку.

Представленное в работе исследование нагруженности и напряженного состояния разборного бурового инструмента со сферическими шарошками (РСШД-244,5) позволяет сделать следующие выводы:

1. Исследуемое долото выдерживает прилагаемые к нему нагрузки без возникновения участков с критическими значениями напряжений в конструкции долота, а, следовательно, оно обладает достаточным запасом прочности и износостойкости.

2. Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния исследуемого бурового инструмента со сферическими шарошками свидетельствует о том, что долота РСШД пригодны для эффективной эксплуатации при бурении в горных породах с коэффициентом крепости $f = 8 - 12$, с учетом режимных параметров, принятых в исследовании и соответствующих паспортным значениям станков шарошечного бурения.

РАЗРАБОТКА ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ

А.Е. Головченко*

Научный руководитель В.В. Нескоромных
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Ударно-вращательное бурение погружными пневмоударниками с использованием компрессоров высокого давления – один из наиболее производительных механических способов бурения твёрдых горных пород из известных на данный момент. Разрушение горных пород таким способом является сложным многофакторным процессом и реализуется главным образом с помощью удара, осевая нагрузка и частота вращения при этом играют вспомогательную роль, а производительность регулируется давлением очистного агента – сжатого воздуха или газо-жидкостной смеси [1–3].

Оптимальная область применения ударно-вращательного бурения скважин погружными пневмоударниками – скважины различного целевого назначения глубиной до 300 м. Данное ограничение вызвано параметрами серийно выпускаемых компрессоров высокого давления – обеспечиваемые ими величины давления очистного агента не позволяют осуществлять вынос шлама с забоя более глубоких скважин. Одним из методов увеличения глубины бурения скважин без интенсификации режимных параметров является изменение механизма разрушения горной породы на забое скважины – нанесение ударных импульсов с некоторым эксцентриситетом позволит повысить производительность бурения. Особенностью механизма разрушения горных пород внецентренными ударными импульсами по отношению к разрушению центральным ударом является добавление к осевому дроблению и смятию породы скалывания за счёт перемещения породоразрушающих элементов вдоль забоя скважины [4, 5].

При нанесении внецентренного удара величины нормальных напряжений под породоразрушающими вставками не равны (что наблюдается при центральном ударе), их максимальные значения достигаются под расположенными со стороны приложения удара вставками (рис. 1). При этом отмечено, что максимальные значения напряжений при внецентренном ударе выше, а минимальные существенно ниже уровня напряжений, получаемого при центральном ударе.

В общем виде выражение для определения напряжений под породоразрушающими вставками при точечном внецентренном ударе имеет следующий вид:

$$\sigma_i = \frac{3 \cdot Q \cdot \cos^2 \Psi_i \cdot \cos^2 \Delta}{2 \cdot \pi \cdot r_i^2}$$

* © Головченко А.Е., 2019

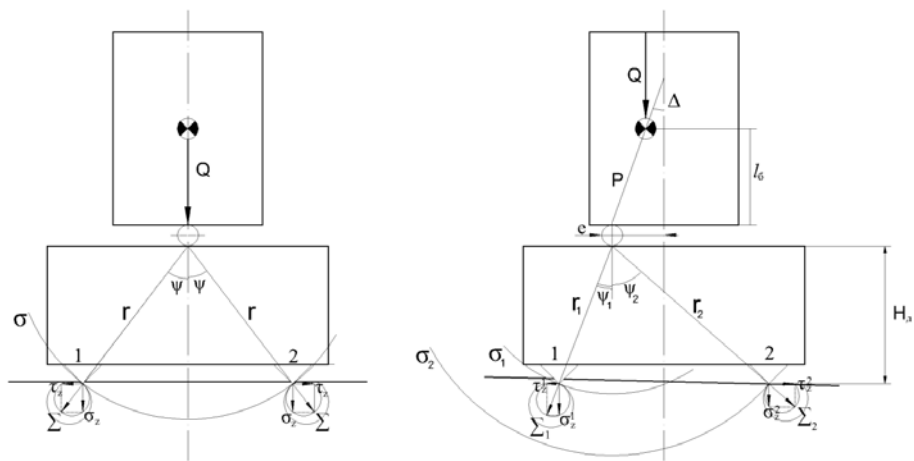


Рис. 1. Схема передачи ударных импульсов и создания напряжений под породоразрушающими вставками при точечном ударе

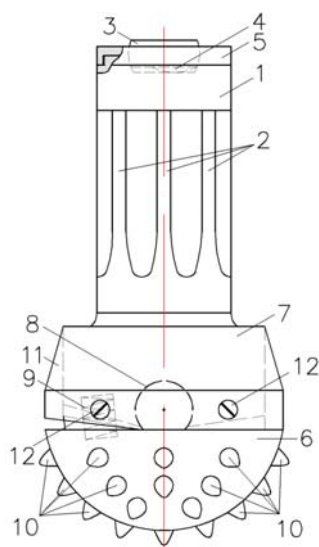


Рис. 2. Принципиальная схема долота для ударно-вращательного бурения

Исследования показали, что при некоторых, индивидуальных для различных пород с неодинаковыми физико-механическими свойствами, величинах эксцентриситета приложения удара наблюдается увеличение объёмов разрушения горных пород [4, 5]. Предположительно данное явление наблюдается вследствие возникновения тангенциальных сдвиговых усилий в плоскости забоя, которые оказывают влияние на форму и размеры лунок разрушения, способствуя отделению от забоя части массива горных пород, находящейся в зоне трещинообразования, испытавшей разрушающее усилие, но не отделённой от массива горных пород.

Для реализации механизма разрушения достаточно пластичных средне-твёрдых горных пород внецентренными ударными импульсами разработана конструкция долота, представленная на рис. 2. Принцип работы долота следующий. Торговая шайба 3 верхним торцом воспринимает центральный ударный импульс от забойного механизма, передавая хвостовику долота 1 (оснащённого шлицами 2 для соединения с забойной ударной машиной) внецен-

тренный ударный импульс посредством эксцентричного выступа 4 на своём нижнем торце, при этом возможность поворота торовой шайбы снимает изгибающий момент с хвостовика долота. Закрепление торовой шайбы производится путём навинчивания фиксирующей шайбы 5 на хвостовик долота. Внецентренный ударный импульс, сообщённый хвостовику, передаётся неподвижной части головки долота 7, вызывая поворот её подвижной полусферической части 6 (посредством соединения подвижной и неподвижной частей головки долота с помощью шарнира 8) в плоскости нанесения внецентренного удара на некоторый угол. Для сборки подвижной и неподвижной частей головки бурового долота конструкция оснащена цилиндрической шайбой 11, закрепляемой на головке долота болтами 12. Поворот подвижной полусферической части головки долота обеспечивает возникновение тангенциальных ударных усилий, приводящих к изменению формы лунок разрушения, повышению их размеров и обеспечивающих отделение от забоя части массива горной породы, которая испытала разрушающее действие, разделена трещинами, но ещё удерживается в лунках разрушения силами своих внутренних связей. Для возвращения подвижной полусферической части головки в исходное положение после окончания цикла разрушения долото оснащено упругим элементом 9.

Практическая стендовая апробация механизма разрушения горных пород внецентренными ударными импульсами показывает увеличение объёмов разрушения горных пород, не смотря на снижение общей энергии разрушения по отношению к традиционному разрушению пород центральным ударом. Данное явление вызвано появлением тангенциальных сдвиговых усилий, за счёт перемещения породоразрушающих элементов при повороте подвижной части головки долота, действующих в плоскости забоя и обеспечивающих скалывание пород на забое скважины дополнительно к дроблению и смятию.

Долото для ударно-вращательного бурения скважин по рис. 2 описано в заявке на изобретение РФ № 2018118680. Экспертиза по существу завершена, получено положительное решение о выдаче патента.

Дальнейшее развитие представленного исследования вопроса разработки технических средств внецентренного ударно-вращательного разрушения горных пород предполагается вести в направлении детальной корректировки конструкции долота с точки зрения критерия надёжности, также актуально уточнение конструкции с целью более оптимальной передачи внецентренного ударного импульса.

Список литературы

1. Bu C., Qu Y., Cheng Z., Liu B., Numerical simulation of impact on pneumatic DTH hammer percussive drilling. *Journal of Earth Science*. 2009. Vol. 20, № 5. P. 868–878. DOI: 10.1007/s12583-009-0073-5.

2. Опарин В. Н., Тимонин В. В., Карпов В. Н. Количественная оценка эффективности процесса разрушения горных пород при ударно-вращательном бурении скважин // *Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых*. 2016. № 6. С. 60–74.

3. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при проведении геолого-разведочных работ : учеб. пособие. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. 396 с.

4. Головченко А. Е. Использование внецентренной ударной нагрузки для повышения производительности процесса бурения и управления направлением скважины // Проблемы недропользования : сб. научных трудов. Часть II. Санкт-Петербургский горный университет. СПб, 2018. С. 262.

5. Нескоромных В. В., Пушмин П. С., Романов Г. Р. Исследование влияния внецентренного приложения ударных импульсов на эффективность алмазного бурения // Известия Сибирского отд. секции наук о Земле РАЕН «Геология, поиски и разведка рудных месторождений». 2014. № 6 (49).

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ВЫБОР КАРЬЕРНОГО ТРАНСПОРТА ОДЕГЕЛДЕЙСКОГО УГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ

Д.М. Донгак*

Научный руководитель О.О. Куулар
старший преподаватель

Тувинский государственный университет

Участок Одегелдей (рис. 1) расположен в 45 км от комбината «Тува-кобальт», на правом берегу р. Элегест. В структурном отношении он находится в юго-восточной части Актальской мульды и сложен породами нижнего девона и среднего верхнего девона. Породы нижнего девона слагают северную часть участка и представлены плагиоклазовыми и миндалекаменными порфиритами. Отложения среднего верхнего карбона занимают более 80 % площади участка, слагая среднюю и южную его части. Онкажинская свита (С2 – 3оп) сложена конгломератами, песчаниками, углями, алевролитами аргиллитами. Простира-ние пород – северо-запад под углами до 250. Контакт между девоном и карбо-ном тектонический. В породах онкажинской свиты установлено два угольных пласта (№ 1 и № 2). Детально разведан только № 1. С поверхности угольный пласт № 1 прослежен шурфами и канавами и на глубину скважинами колонко-вого бурения. Выработки проходились по разведочным профилям, ориентиро-ванным в крест простирания пласта и отстоящим друг от друга на 250 м. Рас-стояние между шурфами и канавами по профилям колеблется от 5–10 и до 20–40 м; между скважинами в плоскости пласта 16–126 м (при среднем 50 м). При простирании пласт № 1 прослежен на 2,5 км и разведан до глубины 180–250 м в плоскости его падения. За период с 1970 по 1973 г. на участке Одегелдей прой-дено 192 шурфа, общим метражом 565,1; 18 канав общим объемом 1859,6 м³; 59 картировочных скважин, 33 разведочных скважины общим метражом 2582,1 м и 3 гидрогеологических скважин общим метражом 67,5 м. В шурфах и разве-дочных скважинах, вскрышных уголь и углистые породы, производилось бо-роздовое и керновое опробование.

Выбор схемы организации вскрышных и добычных работ при непосредственной перевалке пород в выработанное пространство

Сопоставим расчётный парк добычных и вскрышных экскаваторов. Иде-альным считают комплекс из одного вскрышного и одного добычного экскава-тора. Могут быть оценены три варианта схем:

- с холостым перегоном экскаваторов;
- схема с рабочим ходом экскаваторов в обоих направлениях;
- схема с делением карьерного поля на два блока.

* © Донгак Д.М., 2019



Рис. 1. Актальское месторождение (участок Одегелдей)

В принципе вскрышной экскаватор могут обслуживать несколько добычных, но при этом усложняется организация горных работ в карьере. Поэтому надо подобрать по производительности такие добычные экскаваторы, число которых в комплекте будет не больше двух на один вскрышной экскаватор. При использовании её для вскрытия достаточно одной траншеи, расположенной на одном из флангов. Вскрышной экскаватор следует впереди добычного, чтобы не допускать проезд под его стрелой транспортных средств, занятых перевозкой полезного ископаемого. После окончания отработки заходки вскрышной экскаватор неизбежно простаивает, дожидаясь подхода добычного. Для возобновления работ следует перегнать его в исходное положение, предварительно выполнив ряд подготовительных работ, связанных с уборкой ЛЭП, перемещением добычных забойных путей, зачисткой трассы для перегона добычного экскаватора. При работе вскрышного экскаватора верхним черпанием для его холостого перегона на кровле добычного уступа должна быть оставлена площадка для его обратного прохода, ширину которой можно установить по формуле

$$П1 = С + В$$

$$П1 = 20 + 11,2 = 24,67 \text{ м.}$$

Перегон можно осуществить и по почве пласта в пределах отработанной заходки. При расположении вскрышного экскаватора на подступе на кровле нижнего подступа тоже должна быть оставлена площадка такой же ширины. Можно также перегнать экскаватор по поверхности, тогда площадка не нужна, но требуется делать выезд наверх. Только при размещении экскаватора на кровле вскрышного уступа в оставлении подобной площадки нет необходимости. Для экскаватора, расположенного на отвале (кратная перевалка), тоже должна быть предусмотрена площадка такой же ширины, размещаемая на отвале или на почве добычного уступа, для чего на отвалы необходимо сооружать специальные заезды.

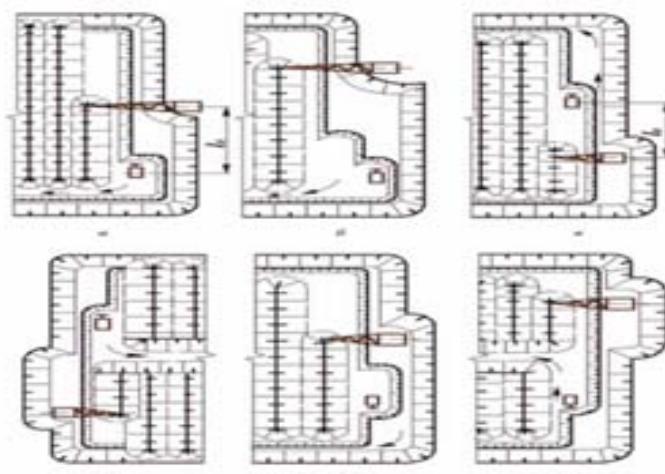


Рис. 2. Схема организации вскрышных работ одним блоком с холостым перегонем экскаватора (а), рабочим ходом в двух направлениях (а, в) и двумя блоками с одной центральной (г), двумя фланговыми (д) и тремя траншеями (е)

Бестранспортная технология в случае производства буровзрывных работ на вскрыше

Главная особенность бестранспортных технологических схем состоит в том, что при использовании предварительного разрушения пород взрывом неизбежна кратная перевалка вскрыши, так как взорванная порода перекрывает транспортную полосу, откос добычного уступа, а иногда и кровлю пласта полезного ископаемого. Следует отметить и необходимость создания запаса взорванной горной массы для вскрышного, а в случае использования буровзрывных работ на добычном уступе – и для добычного экскаватора. По данным В. П. Федорко и Г. К. Островского фронт буровзрывных работ включает участок, где вскрышные породы взорваны и ведётся их выемка вскрышным экскаватором, а также участок буровых работ. Размер зоны буровзрывных работ будет зависеть от величины подготавливаемого запаса взорванной горной массы, который напрямую связан с производительностью вскрышного экскаватора.

Технология отработки торцов карьера

Вследствие технологических особенностей экскаваторов в торцах карьера неизбежны дополнительные объёмы работ и определённые потери времени на их выемку.

Наиболее целесообразна схема с перемещением торцовых объёмов пород во внутренний отвал. Однако, по данным В. П. Федорко и Г. К. Островского, на практике перемещение породы во внутренний отвал ведут без изменения принятой схемы экскавации, за счёт постепенного сужения ширины заходки и смещения экскаватора в выработанное пространство. При этом рекомендуется учитывать следующее. Так как при экскавации и отвалообразовании происходит продольное смещение породы (рис. 4), то начинать отработку панели целесообразно с фланга, где мощность вскрыши наибольшая с тем, чтобы отработку торцовой части завершить на участке с минимальной мощностью вскрыши.

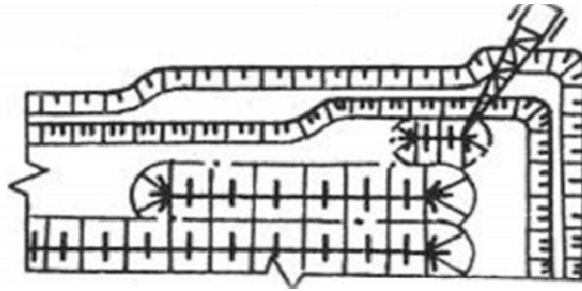


Рис. 3. Схема с перемещением породы торцевых участков во внутренний отвал

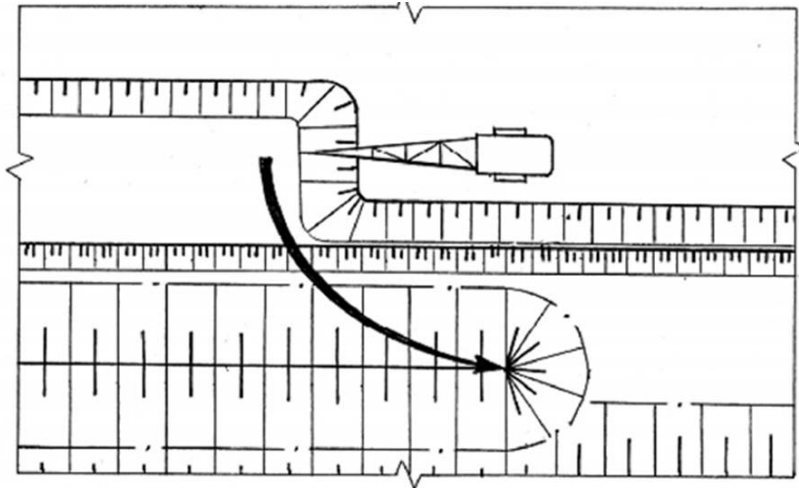


Рис. 4. Продольное смещение по фронту горных работ пород вскрыши, перемещённых во внутренний отвал (по Г. К. Островскому и В. П. Федорко)

Список литературы

1. Арсентьев А. И. Вскрытие и система разработки карьерных полей. М. : Недра, 1981. 278 с.
2. Ржевский В. В. Открытые горные работы. 4.1. Производственные процессы : учеб для вузов. 4-е изд. перераб. и доп. М. : Недра, 1985. 509 с.
3. Ржевский В. В. Открытые горные работы. 4.2. Технология и комплексная механизация : учебник для вузов. М. : Недра, 1985. 549 с.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ
В СЛОЖНЫХ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

Д.В. Лысаков*

Научный руководитель В.В. Нескоромных
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В области направленного бурения существует множество типов отклонителей, но чаще всего применяются отклонители непрерывного действия (ОНД). ОНД по типу набора кривизны делятся на отклонители с асимметричным разрушения забоя, фрезерующего типа, отклонители у которых фрезерование и асимметричное разрушение забоя совпадает по направлению и отклонители, у которых фрезерование и асимметричное разрушение забоя противоположны по направлению [1].

Хоть ОНД и являются наиболее современными и эффективными средствами для направленного бурения, в ряде случаев они обладают низкой эффективностью. Например, в твердых и абразивных породах, как правило, скважина имеет минимальную разработанность по диаметру, он либо равен диаметру долота, либо несколько заужен. При постановке и раскреплении ОНД в такой скважине происходит защемление долота. На защемление долота при ориентировании влияет ряд таких факторов, как разработанность диаметра скважины, высота матрицы, высота корпуса долота и то, какой перекосяк получает долото. Защемление долота может приводить к провороту отклонителя и нарушению ориентации снаряда, в отдельных случаях, при существенном защемлении долота, может происходить поломка вала отклонителя, что приводит к сложным аварийным ситуациям [1, 2].

В породах невысокой твердости, например, раздробленных, а также при забурировании дополнительного ствола скважины с искусственного забоя, твердость которого существенно ниже твердости вмещающих забой пород, низкой эффективностью искусственного искривления обладают ОНД фрезерующего типа. Такой тип отклонителей в мягких породах обладает высокой скоростью углубки, которую сложно ограничить параметрами режима бурения. Так как набор кривизны у ОНД фрезерующего типа осуществляется за счет создания осевой нагрузки то при забурировании дополнительного ствола скважины с искусственного забоя, твердость которого существенно ниже твердости вмещающих забой пород, для набора фрезерующей способности создается большое отклоняющее усилие, которое может привести к сваливанию забуриваемого ствола скважины, приводящее к отклонению от запланированной траектории. Для более эффективного набора кривизны возможно использование долота типа К или шарошечно-алмазного долота ДША или АШК с покрытием торца шарошек

* © Лысаков Д.В., 2019

пластичным сплавом, например, путем запаивания части породоразрушающих вставок латунью, оловом или нанесением керамики [1]. В этом случае удастся ограничить скорость разрушения забоя и сохранить скорость фрезерования стенки скважины. Также одним из вариантов повышения эффективности набора кривизны является не ограничение скорости углубки, а увеличение скорости фрезерования стенки скважины за счет использования долота с увеличенной фрезерующей способностью.

Алмазные долота, в сравнении с шарошечными, обладают более высокой фрезерующей способностью. На рис. 1 приведены опытные зависимости определения скорости фрезерования от параметров режима бурения шарошечным и алмазным долотами, полученные Ю. В. Андреевым (1985) на стенде ЗабНИИ. Из полученных данных следует, что алмазный инструмент позволяет получить скорость фрезерования горной породы (VIII и IX категории по буримости) практически в два раза выше, чем двухшарошечным долотом типа К.

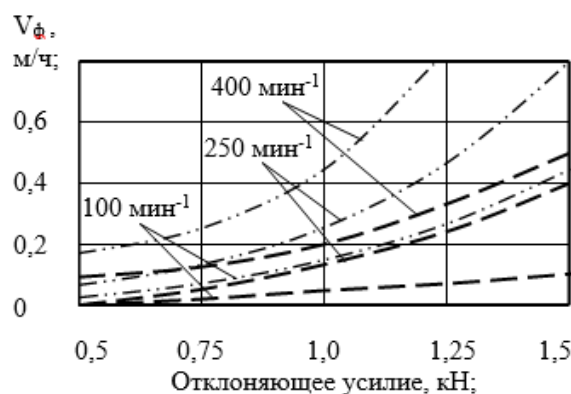


Рис. 1. Зависимости скорости фрезерования от отклоняющего усилия при различных значениях частоты вращения долота: штриховые линии – графики для шарошечного долота ПШ-59К-ЦА; штриховая линия с точками – графики для алмазного долота АДН-59

На этой основе разработана конструкция алмазного долота (рис. 2) для работ по искусственному искривлению скважин. Применение такого долота позволит ликвидировать перекосяк в скважине и обеспечить перпендикулярную постановку на забой при ориентировании отклонителя, за счет наличия в долоте шарнирного соединения, а также применение такого долота позволяет снизить стоимость метра бурения за счет того, что долото является разборным. Алмазное долото состоит из матрицы, которая жестко соединена с цилиндрическим корпусом. Корпус (рис. 3) за счет шлицевого соединения взаимодействует с шарниром, который опирается на сферическую проточку, выполненную в матрице долота. Шарнир за счет резьбы соединяется с валом отклонителя. Корпус резьбой соединен с гайкой. Между шарниром, гайкой и корпусом размещен резиновый элемент. Для герметизации шлицевого соединения долота полость между корпусом, шарниром заполнена термостойким герметиком.

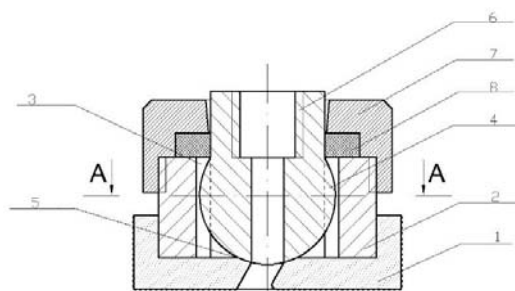


Рис. 2. Долото с шарнирным соединением для отклонителей фрезерующего типа.
 1 – матрица; 2 – цилиндрический корпус;
 3 – шлицевое соединение; 4 – шарнир;
 5 – сферическая проточка; 6 – резьба для соединения с ОНД; 7 – гайка

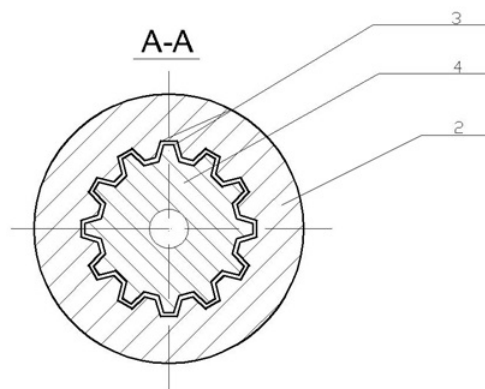


Рис. 3. Разрез долота по линии А-А

Для обоснования снижения стоимости работ по искусственному искривлению, выполнен расчет стоимости 1 м бурения с использованием технических средств направленного бурения. При использовании обычного долота для направленного бурения расчет производился по формуле, выведенной из формулы [3]:

$$C = \frac{C_{ст}}{T} * \left(\frac{2H \cdot K}{l_p} + \frac{2H \cdot K + 0,25}{l_p} + \frac{2H \cdot K}{l_p} \right); \quad (1)$$

где $C_{ст}$ – стоимость станко-смены, тыс. руб, T – время станко-смены, час, H – глубина скважины, K – время затрачиваемое на спуск 1 м колонны L_p – длина рейса, 0,25 время затрачиваемое на ориентацию отклонителя.

При расчете стоимости 1 м бурения разработанным долотом из формулы (1) исключаются затраты времени на работы связанные с проработкой скважины, только за счет этого стоимость работ снижается в среднем на 30 %.

Одновременно с разработкой долота с шарниром разработана конструкция долота с увеличенной фрезерующей способностью (рис. 4), которое позволит эффективнее, по сравнению с обычными средствами, прорабатывать зауженный участок скважины и увеличит интенсивность набора кривизны ОНД фрезерующего типа за счет увеличения скорости фрезерования. Долото состоит из корпуса с резьбой и алмазосодержащей матрицы. Матрица со стороны торца имеет две части. Основная часть, ограниченная углом β , имеет стандартное насыщение алмазами. Дополнительная часть, имеет меньшее насыщение алмазами. Матрица по всему периметру имеет фрезерующее вооружение, при этом стандартное фрезерующее вооружение ограничено с одной стороны центральным углом α с основным фрезерующим вооружением, имеющим большую насыщенность фрезерующего вооружения от стандартного, а с другой – фрезе-

рующим вооружением на дополнительной части, имеющей меньшую насыщенность фрезерующего вооружения.

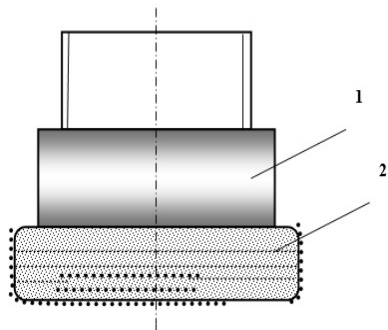


Рис. 4. Алмазное долото.
1 – корпус долота, 2 – матрица

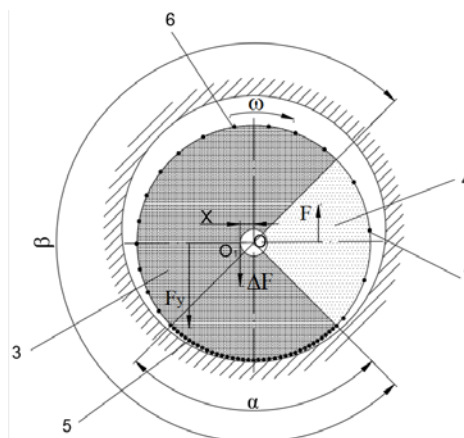


Рис. 5. Расположение вооружения на торцевой поверхности долота.
3 – основная часть долота, 4 – дополнительная часть долота, 5 – основное фрезерующее вооружение, 6 – стандартное фрезерующее вооружение, 7 – участок с меньшей насыщенностью фрезерующего вооружения

При бурении долотом (рис. 5) под действием осевой нагрузки и крутящего момента происходит разрушение горной породы алмазосодержащей матрицей. Вследствие того, что у долота на дополнительной части торца алмазосодержащей матрицы насыщенность алмазами ниже, чем на основной части, возникает неуравновешенность реакций сил F и F_y резания-скалывания породы резцами и появляется равнодействующая сил резания-скалывания ΔF , которая смещена от геометрической оси торца долота (точка O) на расстояние X . Точка O_1 , в этом случае, становится центром мгновенного вращения долота. В результате этого распределения сил, долото будет вращаться, прижавшись к стенке скважины своей боковой поверхностью с основным фрезерующим вооружением активно фрезеруя стенку скважины. При работе долота алмазосодержащая матрица защищена по периметру фрезерующим вооружением, которое не допускает преждевременного износа.

Список литературы

1. Нескоромных В. В. Направленное бурение и основы кернометрии. М. : Инфра-М, 2015. 336 с.
2. Нескоромных В. В., Пушмин П. С. Наделяев А. А., Фадеева Л. С. Основные направления совершенствования технологии искусственного искривления скважин в твердых и крепких горных породах. Иркутск, 2008. С. 186–190.
3. Нескоромных В. В. Оптимизация в геологоразведочном производстве. М. : Инфра-М, 2015. 41 с.

РАЗРАБОТКА БУРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С ВРАЩАЮЩИМИСЯ РЕЗЦАМИ PDC

М.С. Попова, Е.В. Парахонько*

Научный руководитель В.В. Нескоромных
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Долота с резцами *PDC* в настоящий момент являются наиболее востребованными буровыми инструментами при бурении нефтяных и газовых скважин в горных породах средней твердости и мягких, а также в случае наличия прослоев твёрдых горных пород. В геологоразведочном бурении ведущими компаниями также значительный объём буровых работ выполняется коронками с резцами типа *PDC* [1, 2].

Основными достоинствами буровых долот с резцами *PDC* являются высокие ресурс и механическая скорость бурения при использовании высокотемпературных резцов [1, 2].

При работе резцов *PDC* в долотах изнашиванию подвергается только нижняя режущая кромка, обращенная к забою. По данным компании *Smith Bits* более 60 % долот типа *PDC* выходят из строя именно из-за износа и сколов нижней кромки резцов.

Компания *Smith Bits*, проведя анализ причины выхода долот из строя и износа долот *PDC* и учитывая выше отмеченную особенность износа пластин *PDC*, с целью повышения ресурса бурового инструмента разработала долота с резцами *ONYX 360* и *ONYX II*, которые установлены в наиболее нагруженных частях торца долота с возможностью вращения в процессе бурения на 360° (рис. 1).



Рис. 1. Резцы *ONYX*

Бурение абразивного песчаника долотами *ONYX 360* показало рост ресурса долота на 57 %, а скорости бурения – на 26 %.

Резцы, установленные с возможностью вращения, вращаются при взаимодействии со стенкой скважины или наклонным участком забоя скважины, то есть при продольном перемещении резца вдоль оси скважины при контакте с боковой поверхностью.

Сравнительные испытания резцов *ONYX* на износ показали, что данные резцы, в сравнении с фиксированными резцами аналогичной формы и размеров, существенно повышают возможности по эффективной работе по разруше-

* © Попова М.С., Парахонько Е.В., 2019

нию горной породы. Например, установлено, что резцы *ONYX* могут выполнить 600 проходов по породе, тогда как фиксированные резцы только около 100. По данным компании *Smith Bits* проходка на долото в плотных сланцах составила 1 124 м, механическая скорость 13,1 м/ч, что оказалось выше на 19 % для долот аналогичного типа с фиксированными резцами. Стоимость метра бурения соответственно снизилась до 165 долл., в сравнении с 210 долл. при использовании долот с фиксированными резцами.

Исследование износа резцов долот типа *PDC* компанией *Smith Bits* показало, что максимальный износ резцов долота происходит на интервале удаления от геометрического центра долота, который близок к внешнему диаметру долота, а точнее на интервале 77 % радиуса от центра долота.

Аномальный износ связан с наиболее высокими сопротивлениями со стороны забоя, вызванными наибольшими и возрастающими от центра вращения долота к периферии линейной скорости резцов долота.

Таким образом, продольное перемещение долота может привести к вращению резцов. Например, если механическая скорость бурения долотом типа *PDC* равна v_6 частота вращения резца будет равна:

$$\Omega = \frac{60 v_6}{2\pi R} K_{\text{п}}, \text{ мин}^{-1},$$

где v_6 – механическая скорость бурения, м/ч; R – радиус резца, м; $K_{\text{п}}$ – коэффициент проскальзывания резца.

Учитывая высокую вероятность проскальзывания резца при продольном перемещении, частота вращения Ω может меняться от нуля до максимального значения. Если резец не проворачивается при бурении, то его износ будет высоким и это снизит эффективность работы долота.

Вращение резца происходит под действием крутящего момента:

$$M_{\text{кр}} = R \cdot F,$$

где R – радиус резца, м; F – усилие, ориентированное вертикально вверх из точки контакта резца с боковой поверхностью ствола скважины, и вращающее резец, кН.

Конструкция резца и соответствующие обозначения к формулам показаны на рис. 2.

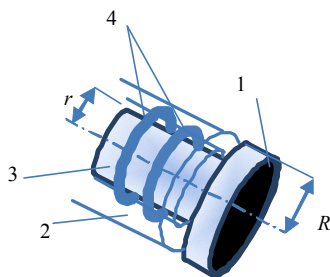


Рис. 2. Конструкция вращающихся вокруг своего центра резцов типа *PDC*:
1 – резец *PDC*; 2 – корпус; 3 – ось; 4 – стопорные упругие кольца

Усилие F определяется усилием прижатия резца к боковой поверхности ствола скважины (стенке или участка забоя скважины) и коэффициентом трения (зацепления) резца о породу боковой поверхностью:

$$F = P_{oc} / N \cdot \mu \cdot \cos \alpha,$$

где P_{oc} – осевая нагрузка на долото, кН; N – число резцов на торцевой части долота, воспринимающих осевую нагрузку; μ – коэффициент трения резцов о породу; α – угол наклона боковой поверхности торца долота, град.

Для повышения вероятности проворачивания резца вокруг собственной оси следует повысить фрикционные свойства боковой поверхности резца, например, за счет выполнения боковой поверхности резцов с боковой продольной насечкой или напылением с повышенными фрикционными свойствами.

Проворачиванию резца вокруг своей оси будет препятствовать момент сопротивления:

$$M_c = r \cdot f \cdot F,$$

где r – радиус оси резца, м; f – коэффициент трения оси резца в корпусе резца.

Коэффициент проскальзывания резца может определяться через соотношение $M_{кр}/M_c$.

Из этого следует, что для снижения проскальзывания резца следует повышать соотношение следующих параметров:

$$R \cdot \mu / r \cdot f \rightarrow \max.$$

Для вращения резца вокруг собственной оси важнейшим является скорость углубления долота и сила прижатия резца к поверхности стенки скважины или наклонной части забоя скважины.

Расчётная схема для определения параметров установки резцов приведена на рис. 3.

Усилие прижатия резца к стенке скважины определяется через $\cos \alpha$, а это значит, что наиболее рациональным углом наклона α будет поверхность, наклоненная под углом 45° . Именно при таком угле наклона поверхности долота будут максимальными и усилие прижатия P_n и степень совпадения плоскости действия углубления долота в скважине и усилия F_i и определяться значением $\cos \alpha = \sin \alpha = 0,707$ при $\alpha = 45^\circ$.

На рис. 4, а, б представлены схемы буровых долота и коронки с вращающимися при бурении резцами типа *PDC*. Вращение резцов при работе долота (рис. 4, а) обеспечивается взаимодействием резцов 3 со стенкой скважины, а резцов 4 с наклонным участком забоя. При бурении коронкой (рис. 4, б) вращение резцов 1 будет обеспечиваться при взаимодействии их боковой поверхности со стенкой скважины, а резцов 2 с формируемым керном.

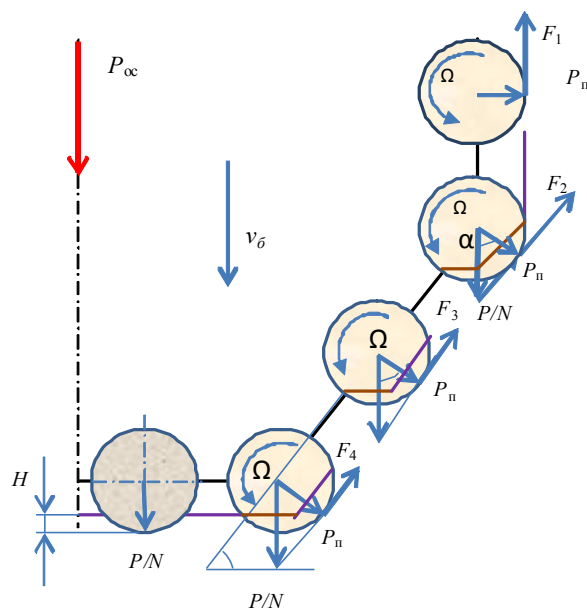


Рис. 3. Расчетная схема для определения условий вращения резцов типа *ONYX*:
 N – число резцов на торце долота; H – глубина резания-скалывания породы

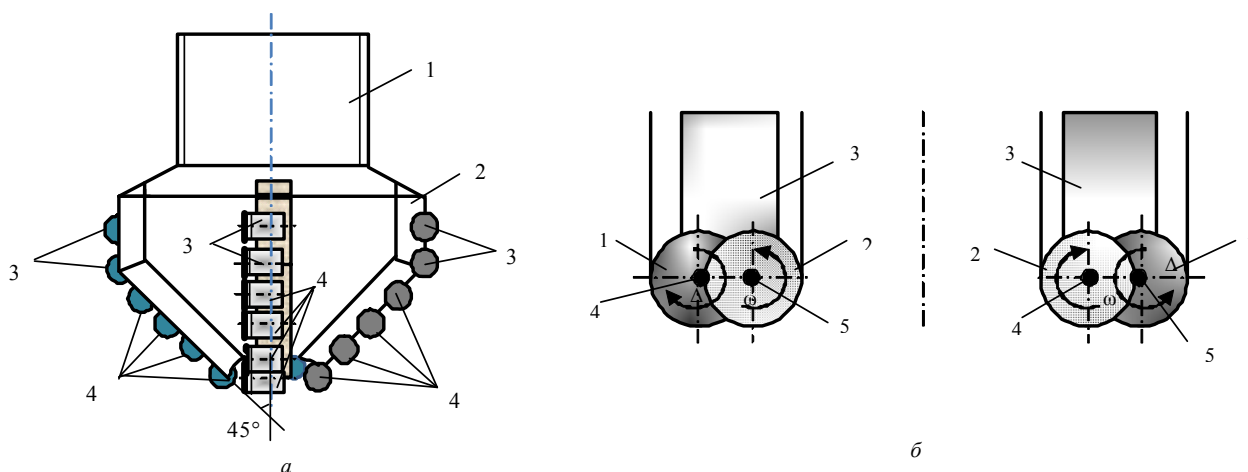


Рис. 4. Буровые инструменты с вращающимися резцами PDC: *a* – долото, где 1 – корпус с резьбой; 2 – матрица; 3 и 4 – вращающиеся резцы; *б* – коронка, где 1 – скважинообразующий вращающийся резец; 2 – кернаобразующий резец; 3 – корпус; 4 и 5 – оси вращения резцов

Разработанные конструкции бурового инструмента проанализированы на предмет патентоспособности, на представленные конструкции оформлены заявки на изобретение и полезную модель.

Список литературы

1. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин : учеб. пособие. 2-е изд. М. : Инфра-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. 367 с.
2. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при проведении геологоразведочных работ : учеб. пособие. 2-е изд. М. : Инфра-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2016. 392 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРАКТИВНОГО АНАЛИЗА БУРЕНИЯ, КАК ЧАСТИ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ РУДНИК»

А.А. Рябова Д.Р. Вяльшин*

Научный руководитель В.В. Нескоромных
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

При проходке горной выработки с целью выемки рудной массы важно иметь информацию о наличии в забое полезного ископаемого и его содержании, объём пустой породы. Данная информация может использоваться для оптимизации потоков рудной массы в направлении переработки и отвала, а также стать начальным этапом в системе «Умный рудник».

Внедрение такой системы в инфраструктуру горнодобывающей отрасли позволит сократить влияние человеческого фактора на все этапы добычи и перевозки руды, что приведет к уменьшению времени, затрачиваемого на перемену персонала, необходимые паузы в работе, снижению рисков на предприятиях, полной координации и отслеживанию всех процессов, а также долгосрочному планированию всех работ, что является одним из важнейших аспектов развития предприятия. На данный момент процесс добычи руды происходит следующим образом: сначала производится бурение шпуров с закладкой взрывчатки, затем следует взрыв и вывоз всей отбитой горной породы на поверхность, далее весь объём горной породы доставляют на перерабатывающий завод, на котором и происходит отсеивание ненужной породы. Процесс бурения шпуров занимает до 50 % времени от общего проходческого цикла. Основной идеей разработки нашей интерактивной системы является рационально использованное время, затрачиваемое на бурение.

Основной целью применения данной разработки является то, что пустые породы отсеиваются на ранних стадиях добычи, также отбивается контур рудного тела, что позволяет корректировать направление разработки, при этом уменьшаются затраты на транспортировку руды, так как на завод не будет отправляться пустая порода.

Для реализации интерактивного определения слоев горных пород в процессе бурения предлагается буровой агрегат 1 (рисунок), работающий в режиме ударно-вращательного бурения и буровая система, в которой фиксируется деформация бурильной трубы 2 в момент нанесения ударного импульса за счёт пьезоэффекта.

В качестве пьезодатчика может использоваться кварцевый датчик 5. Сжатие кристалла кварца в пьезодатчике 5 преобразуется в электрический сигнал оптофона, а электрический сигнал в свечение светодиода определенной интенсивности светового потока. Световой поток, воспринимаемый приёмником –

* © Рябова А.А. Вяльшин Д.Р., 2019

преобразователем светового сигнала 6, вновь преобразуется в электрический сигнал фототиристорным преобразователем, что позволяет создать возможность бесконтактной передачи сигнала от вращающейся при бурении трубы к корпусу буровой машины и далее в приёмное электронное устройство и компьютер.

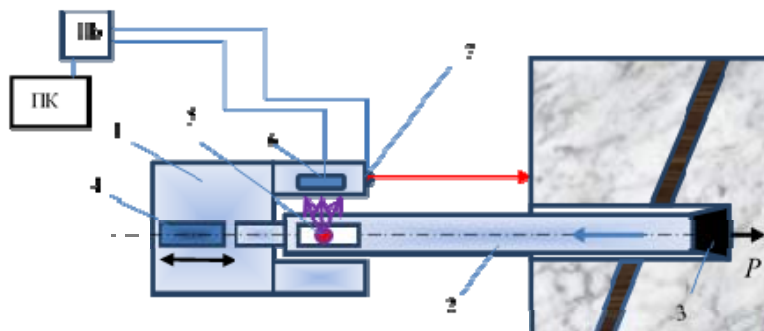


Рис. Буровая установка для бурения шпуров и скважин с системой интерактивного определения пластов горных пород и включений различных физико-механических свойств: 1 – буровой агрегат; 2 – бурильная труба; 3 – долото; 4 – ударник механизма ударного действия; 5 – пьезодатчик и передающая часть оптофона; 6 – принимающая часть оптофона; 7 – лазерный дальномер

В качестве параметра свойств горной породы предлагается использовать упругость как параметр, связанный с твердостью и определяющий величину упругой реакции породы на силовое воздействие. Силовое воздействие на породу определяется величиной ударного импульса.

В соответствии с исследованиями [1], кинетическая энергия работающего на разрушение горной породы долота U_d расходуется на энергию деформирования горной породы U_n и энергию деформирования буровой компоновки U_k :

$$U_d = U_n + U_k. \quad (1)$$

Во время внедрения индентора в горную породу возникают две зоны деформации – зона упругой деформации и зона пластической деформации.

Динамический процесс разрушения горной породы можно описать уравнениями кинетической энергии \mathcal{E}_k инструмента и потенциальной энергии Π_d деформирования породы. Не учитывая потерь части энергии \mathcal{E}_k на рассеивание при деформировании породы, можно записать

$$\mathcal{E}_k = \Pi_d = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{P\delta}{2}, \quad (2)$$

где m – масса ударного инструмента, кг; v_0 – скорость в момент соударения инструмента с породой, м/с; P – усилие взаимодействия инструмента с породой, Н; δ – деформация породы, м.

Из уравнения (2) в общем виде можно определить усилие P , вызывающее деформирование породы и элементов колонны, передающих ударный импульс к забою скважины:

$$P = \frac{mv_0^2}{\delta} \quad (3)$$

В процессе ударного импульса по забою буримой скважины происходит упругая Δ_{yn} и пластическая деформации горной породы Δ_{mn} и упругая деформация бурильных труб Δl_T .

Таким образом, деформация полная δ включает деформацию породы Δ_n и деформацию труб Δl_T .

Деформация в бурильных трубах может определяться из формулы

$$\Delta l_T = \frac{Pl}{EF}, \quad (4)$$

где P – сила удара, Н; l – длина трубы постоянного сечения, площадью F , м; E – модуль упругости стали, Па.

Используя уравнение деформации в бурильных трубах и усилия вызывающего деформирование породы и элементов колонны можно записать:

$$\Delta l_T = \frac{(mv_0^2 l)}{(EF(\Delta_{yn} + \Delta_{mn} + \Delta l_T))} \quad (5)$$

Решение данного уравнения позволяет перейти к квадратному уравнению:

$$\Delta l_T^2 + \Delta l_T (\Delta_{yn} + \Delta_{mn}) - \frac{(mv_0^2 l)}{EF} = 0 \quad (6)$$

Решение данного уравнения позволяет получить значение деформации в бурильной трубе:

$$\Delta l_T = 0,5(\delta \pm \sqrt{\delta^2 + \frac{4(mv_0^2 l)}{EF}}) \quad (7)$$

где $\delta = (\Delta_{mn} + \Delta_{yn})$.

Один из корней данного уравнения является действительным. Учитывая, что упругая деформация в бурильной трубе будет меньше при более значительной деформации в породе можно предположить, что выражение:

$$\Delta l_T = 0,5(\delta - \sqrt{\delta^2 + \frac{4(mv_0^2 l)}{EF}}) \quad (8)$$

будет верным ответом на взаимосвязь параметров, влияющих на упругую деформацию в бурильной трубе.

Таким образом, на компьютер в режиме реального времени будет поступать сигнал, показывающий величину деформации в бурильной колонне, как результат реакции со стороны разрушаемой в данный момент породы и в зависимости от типа долота, его технического состояния (изношенности) и энергии ударного импульса со стороны машины бурового агрегата.

Список литературы

1. Нескоромных В. В. Разрушение горных пород при бурении скважин : учеб. пособие. 2-е изд. М. : Инфра-М ; Красноярск : Сиб. Федер. ун-т, 2015. 367 с.

Градостроительство

FORMATION OF AN ECO-ECONOMIC URBAN DEVELOPMENT STRATEGY

Radi Youcef*

Research supervisor I.V. Kukina
Senior Lecturer

Siberian Federal University

Model of study: "Algiers city"

The Eco city provides healthy abundance to its inhabitants without consuming more (renewable) resources than it produces, without producing more waste than it can assimilate, and without being toxic to itself or neighboring ecosystems

We live in a time when economic development is no longer enough, states global problems related to pollution, loss of biodiversity, use of non-renewable resources but there are any special plan to save our cities. Algiers city has suffered from chaotic urbanization, pollution and waste incineration. All these problems have a negative impact on social lifestyles, the environment and the ecosystem .Algeria was faced with the need to overcome myths about oil rents which is the base of economy.

There is a need to create a model strategy for a sustainable city Algiers, taking into account the environment, healthy social life, and urban quality and renewable energy sources that help the economy and reduce harmful consumption affecting the ecosystem.

This Urban model strategy cannot be used only in Algiers but also in different cities which suffer from ecological and economic problems

A multiple methods design were used, applying a theoretical approach with a deep urban analysis of the city Algiers at many levels to understand:

- the main structure of the city
- general ecological problems
- economic and social issues.
- criticizing of existing strategy

The second step is to understand the key elements of the sustainable city:

– Analyzing of five leader's eco-cities in the world (Copenhagen, San Francisco Stockholm, Singapore, and Vancouver) will help us to understand the general Modern urban environmental problems in cities and different strategies.

The third step is to

- compare the different results.
- make Theoretical concepts of ECO-economic urban development
- create a model strategy.

The capital of Algeria is the most popular city in Algeria. It is located at the edge of the Mediterranean Sea with a population of 4 million people. The geological

* © Radi Youcef, 2019

study of the Algiers shows that the city is not very extensive at the surface and forms a rock that juts lowers into the sea. The city composed of 28 urban communes and 70% of it was built by the French colony in the European style. The Casbah which is the origin of the city and we call it " the Algiers the well-guarded " was built by Ottomans in the islamic style which contain 5 doors (Bab Djeddid , Bab Azzoun , Bab el B'Har , Bab D'Zira , Bab El Oued) they became now the most popular neighborhoods in the city.

In the first part of analyzing, the research demonstrates the main issues and the negative points that have made Algiers to be not a sustainable city:

- the chaotic urbanization after the 90's.
- the poorly structured extension.

The relation **with Environment**: the Algiers city has a wide Biodiversity and it is a good city in terms of cleanliness, but not the best one-.the city has a lot of green spaces and gardens. However, the research shows many negative points:

- Old water systems
- the lack of a recycling system
- Air pollution issue, and the causes are multiple:
- Road traffic & automobile pollution is responsible for the emission of more than 170 t of lead annually.
- Burning the trash.
- Open waste dumps
- The factories emissions
- The high bio contamination of homes, (Biological pollutants)

In economy

Algiers is an important economic, commercial and financial center, with a stock exchange with a capitalization of 60 million euros. The city has the highest cost of living among any city in North Africa, as well as the 50th highest worldwide. The city has got a good market in food, clothes, small and big businesses.

95% of the energies used in the city are non-renewable energies based on the petroleum product and natural gas. Just 3% of electricity is supplied from hydraulic turbines (water) .The research shows that 24% of the general amount energy used in transport, 24% used in the industry and 52% are used in households and others.

In 2017, Algeria suffered from the global drop in oil prices. Algiers continued to draw on its equipment reserves to compensate for fluctuating world oil prices and its insufficient economic diversification. Following the vertiginous drop in oil prices, foreign exchange reserves fell from \$ 193 billion in May 2014 to \$ 100 billion in July 2018. Unemployment in the city now affects 11.7% of the population.so the economic situation is not stable and there is no growth now.

The main economic sectors are

- Agriculture represents 13.2%
- industry represents 36.1%

The society

Almost a third of the population is under 20 years old , 11% of people are jobless, the equity is low (200 DA = one Euro) because of the degradation of the price of petrol and the exterior market problems .the under of the medium level of people works with a weak salary or work in other fields. Many of them role small businesses, and sometimes illegal. **Technology** is another problem of our city. The less of things is to create application systems and navigators to facility living in the city like transport and bank apps. Comparing with the high transport level in the city. Algiers city need to carry on this issue.

The **PDAU 2030** is a current strategy to make Algiers an attractive city and mark its identity to the world. It contains many actions:

- Renovation of the historic center Casbah & exterior image of the city
- Requalification and rehabilitation of Oued El Harrash and the waterfront
- New buildings (opera, The mosque) and green parks

However, this strategy it is not for a sustainable city. Algiers city is suffering from many ecological, economic and social issues, which should be solved if we want to make it a sustainable city. Knowing the weak points is the first step to make a good strategy. The next step now is to compare other strategies taking from the analyses and create an appropriate strategy. We expect to make a sustainable & competitive city with:

- 80% of the energies used in the city are renewable.
- Activate other economic sectors.
- A tech green city
- 90% cleaner, healthier and less polluted city
- A city with better economic growth.
- Reduce the unemployment rate to 0%
- A better transport
- A new substructure

References

1. Architecture section – enac – epfl. (2010) : Urban Renewal of the City of Algiers. Algiers, Algeria.
2. CITY OF VANCOUVER. (2017) : TRANSPORTATION 2040. Vancouver, Cannada.
3. Espinosa A., Walke J. (2011): A Complexity Approach to Sustainability: Theory and Application. London.
4. Farid A. (2017): Algeria: the end of the oil windfall by 2030?. – URL:<https://www.jeuneafrique.com/mag/478986/economie/algerie-la-fin-de-la-manne-petroliere-dici-2030>.
5. Jacques J. (2017): The growth of Algiers, from the extensive city to the networked city. Paris, France.
6. Madani S. (2010): URBAN MOBILITY IN THE AGGLOMERATION OF ALGIERS: EVOLUTIONS AND PROSPECTS. Algiers, Algeria.

7. Mélanie M. (2017): Algiers 2030: projects that will transform the city. Algiers, Algeria.
8. Mohamed S. (2016): – Towards a repository sustainable development for Algiers. EPAU, Algiers, Algeria.
9. Pollack, E. (2012): Counting up to Green: Assessing the Green Economy and its Implications for Growth and Equity. Washington, D.C. (Economic Policy Institute) (Briefing Paper #349). – URL: <http://s4.epi.org/files/2012/bp349-assessing-the-green-economy.pdf>.
10. Robert Riddell. (2004). Sustainable Urban Planning "Tipping the Balance", USA.
11. Ryoko L. (2017): Eco2 Cities Guide, Ecological Cities as Economic Cities. Washington DC, USA.
12. Sterling S.; Huckle, J. (2014): Education for Sustainability. Abingdon.
13. Walker, B; Salt, D. (2006): Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. Washington, D.C.
14. World Cities report. (2016): Urbanization and development: emerging Futures. Nairobi, Kenya.
15. Worldwatch Institute. (2014): Governing for Sustainability: State of the World 2014. Washington, D. C.

АРХИТЕКТУРА НА ВОДЕ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Д.С. Космаченко*

Научный руководитель О.В. Киселёва
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящем исследовании рассматриваются основные типы объектов на воде как экологически жизнеспособные и автономные сооружения: независимые поселения-города, жилые и общественные объекты. Научный метод заключается в изучении статей, публикаций в периодической печати, интернет-ресурсов на соответствующие темы. Архитектура на воде выходит за пределы традиционной градостроительной практики, что создает особое направление в проектировании, где специалисты могут проводить более смелые эксперименты и делать радикальные художественные высказывания.

В статье исследуются возможности решения глобальных проблем человечества, возникших по причине социально-экономического неравенства и безответственного отношения к среде обитания, посредством архитектуры на воде. Проблемы делятся на следующие категории: социальные, экономические, природные и экологические.

По данным опроса преподавателей Колледжа экологических и лесных наук SUNY (США), перенаселенность является главной проблемой в мире, за которой тесно следуют изменение климата и необходимость разработки возобновляемых источников энергии для замены ископаемого топлива. Высокий уровень рождаемости по причине низкого уровня жизни в странах третьего мира приводит к повышению популяции, что провоцирует конфликты на почве ограниченности ресурсов. Кроме того, на фоне глобализации растет уровень расовых столкновений. Таким образом, в обществе распространяется социальная напряженность.

Тренд на миграцию в крупные города опосредованно влияет на стоимость недвижимости, в частности, расположенной ближе к центру, где лучше всего развита инфраструктура. Необоснованно завышенная цена на жилье, налоги и дефицит земли в сложившейся застройке в центральных исторических районах, вынуждают горожан переселяться на периферию и окраины. В местах, где не налажена транспортная система, мобильность в направлениях дом-работа, дом-отдых может вызывать неудобства.

Вместе с темпами развития общества и достижениями науки и техники эскалирует проблема климатических изменений и качества экологии. Когда-то человечество сделало внушительный шаг, разработав новые материалы и технологии, однако не предусмотрело их влияние на окружающую среду, за тем последовало возникновение озоновых дыр, биосферного дисбаланса. На осно-

* © Космаченко Д.С., 2019

вании собранного материала об изменениях климатических условий в мире спрогнозировано, что повышение уровня моря по причине аномальных температур и таяния ледников может угрожать в среднем 9 процентам суши в 180 прибрежных городах США к 2100 г. Особенно сильно пострадает побережье Персидского залива и южной части Атлантического океана.

Отсутствие универсального способа утилизации бытовых и промышленных отходов повлекло распространение пластика не только по материкам, но и в водной среде. Скопившиеся на планете Земля два миллиарда тонн мусора представляют угрозу для биохимического состава воды, флоры, фауны и человека.

На примере зарубежных концептуальных и реализованных проектов проведён сравнительный анализ типов объектов, архитектурно-планировочного решения и применяемых технологий на воде. В результате исследования выявлено типологическое разделение на автономные поселения, жилые и общественные объекты (таблица).

Таблица

Типология архитектуры на воде

Архитектура на воде							
Автономные города на воде	Жилые объекты на воде			Общественные объекты на воде			
	Индивидуальные дома	Многоквартирные дома	Развлекательные объекты	Научно-исследовательские объекты	Гостиницы	Промышленные объекты	Мусороперерабатывающие станции
?	Голландия	Голландия	Китай	Нигерия	Тайланд	Шотландия	
							?
Oceanix City	Floating House	Floating Houses in IJburg	Teatr Wuzhen	Школа на воде	Dersyn Studio	Cormorant Alpha	?
Проект, разработанный в рамках программы ООН по развитию городов, отвечающих концепции устойчивого развития.	Дома позволяют решать проблемы повышения уровня моря и увеличение количества осадков, а также нехватки новых участков под застройку.	Театр совмещает два разных по функциям зала, используя в качестве метафоры «двойной лотос».	Плавающая школа как прототип для строительства в африканских регионах, которые почти не имеют постоянную инфраструктуру из-за регулярных наводнений.	Курорт построен с использованием органических материалов. Структура - природно-ориентированная. Здание использует естественную вентиляцию.	Расчетная добыча составляет 90 миллионов баррелей (14 × 106 м3) нефти. Нефтяной резервуар расположен на глубине 2895 метров (9,498 футов).		?

На примере концептуального проекта «Nine» архитектурного бюро BIG видно, как автономное поселение решает проблему социального неравенства, климатических изменений, повышения уровня океана. Локация вне междуна-

родной юрисдикции позволяет формировать новые политические и экономические системы. Автономность, обусловленная максимальным использованием природных ресурсов и минимальным ущербом среде: применением ветро-, свето- и водогенераторов, использованием технологичных и экологичных материалов; замкнутостью систем очистки воды и цикла фермерской деятельности. Также поселение может адаптироваться к изменениям уровня воды.

Жилые объекты на воде представлены голландскими архитекторами, которые активно используют избыток водного ресурса для решения проблемы дефицита земли и её высокой стоимости. Подобные проекты стоят дешевле недвижимости на земле, мобильны и независимы от природных катаклизмов.

Классификация общественных объектов представлена развлекательными, научно-исследовательскими, туристическими, промышленными постройками. Они не решают выявленные глобальные проблемы, но положительно сказываются на экономике города, являясь точками притяжения для туристов.

Вода занимает $\frac{3}{4}$ поверхности земного шара, представляя не только запас ресурсов, но и пространство, которое можно использовать эффективнее. Ряд таких стран, как Нидерланды, США, Вьетнам, Япония, Китай, уже реализовывают успешные проекты архитектуры на воде. В России подобная практика непопулярна в силу климатических условий и законодательства, однако существуют прецеденты частного жилого строительства.

Представленная работа популяризирует подход к проектированию плавающей архитектуры, выделяя благоприятные перспективы решения проблем: расового и социального неравенства, дефицита и высокой стоимости земли в развитых городах, повышения уровня мирового океана, угроза природных катаклизмов и загрязнения окружающей среды. Отмечено, что среди реализованных объектов проекты по борьбе с мусором отсутствуют. Из чего следует необходимость привлекать архитекторов к проектированию специализированных экостанций на воде.

Список литературы

1. Другова А. В. Технологии выбора варианта организации предметно-пространственной среды жилых объектов на воде // Бизнес и дизайн ревю. 2016. Т. 1. № 2. С. 6.
2. Скижали-Вейс А. Климатоустойчивая архитектура – способ выживания на планете Земля. 2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://futuologija.ru/texts/klimatoustojchivaya-arxitektura-%E2%80%93-sposob-vyzhivaniya-na-planete-zemlya> (дата доступа: 07.04.2019).
3. Скижали-Вейс А. «Климатический форум городов России – 2017» закончился, а необратимые климатические изменения продолжают! 2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://futuologija.ru/texts/klimaticheskij-forum-gorodov> (дата доступа: 07.04.2019).
4. Шалина Е. Скижали-Вейс А. Жить под водой мы начнем раньше, чем в космосе! 2013 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.archplatforma.ru/?act=1&catg=21&nwid=4027> (дата доступа: 07.04.2019).

5. Описание и изображение проектов. 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.archdaily.com> (дата доступа: 10.04.2019).

6. Julio A. Gonzalo, Félix-Fernando Muñoz, David J Santos. Using a rate equations approach to model World population trends. *Simulation: Transactions of the Society for Modeling and Simulation International* 89: 192–198, February 2013.

ПРИНЦИПЫ ТРАНЗИТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИИ

И.В. Кушнир *

Научный руководитель И. Г. Федченко
кандидат архитектуры, доцент

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день в результате усиления процессов урбанизации и централизации человеческого капитала в крупных и крупнейших городах формируется множество градостроительных проблем, связанных транспортным каркасом города:

1) бесконтрольная автомобилизация, связанная с необходимостью маятниковой миграции из высокоплотных микрорайонов, расположенных на периферии города, в центр;

2) расширение основных магистралей общегородского значения и, как следствие, увеличение эрозии городской ткани, ее разорванности, снижение плотности жилой застройки;

3) низкое качество общественного транспорта, в том числе ликвидация троллейбусных и трамвайных систем, и, как следствие, увеличение количества мелких маршрутных автобусов;

4) отсутствие удобных остановочных пунктов и качественного транспортного сервиса (сквозная тарификация, единое билетное меню для всех видов общественного транспорта).

Методы жесткого градостроительного зонирования советского периода утрачивают свою актуальность в застройке современного города, так как для удовлетворения потребностей горожан возникает необходимость в создании территорий многофункционального использования, сконцентрированных вокруг системы городских подцентров, сосредоточенных в разных районах города, но связанных между собой единой системой общественного транспорта.

Наиболее рациональной с точки зрения применения и решения данной задачи является концепция транзитно-ориентированного развития территории (TOD – Transport Oriented Development), которая предполагает создание многофункциональной жилой и общественно-деловой застройки в радиусе пешеходной доступности транспортно-пересадочных узлов, в которых обеспечен легкий доступ к общественному транспорту, и возможности пересадки с одного вида транспорта на другой.

Сегодня г. Красноярск имеет уникальную возможность для транзитно-ориентированного развития территорий. Железнодорожная инфраструктура, которая досталась городу от прошлого века, позволяет создать кольцевую ветку городской электрички, которая создаст новые связи между районами города и городами спутниками (Дивногорск, Сосновоборск, Железнодорожск). Вокруг

* © Кушнир И.В., 2019

станций городской электрички предполагается создание транспортно-пересадочных узлов и реновация коммунально-складских территорий, что задаст новый вектор устойчивого развития города.

Одной из важнейших транспортных артерий Красноярска в перспективе станет ул. Затонская, расположенная в створе пятого автомобильного моста через Енисей. Объектом исследования выбрана территория вокруг станции Первомайской – одной из наиболее перспективных для транспортно-ориентированного развития правого берега Красноярска.

Таблица 1

Статистика РЖД по пассажиропотоку станции Первомайская

Год	Количество пассажиров в год
2015	90 848
2016	92 163
2017	89 733
2018	93 602

Статистические данные говорят о востребованности и постепенном росте пассажиропотока данного остановочного пункта городской электрички. В процессе исследования было предложено применить принципы транзитно-ориентированного развития и разработать стратегию комплексного освоения территории, основными целями которой стали:

- 1) обеспечение высокой транспортной доступности территории и создание сбалансированной транспортной системы;
- 2) создание района смешанного использования путем интеграции неэффективно используемых прижелезнодорожных территорий в жизнь города и реновации прилегающих жилых и коммунально-складских территорий;
- 3) обеспечение устойчивости окружающей среды, создание непрерывного экологического каркаса.

Принципы транзитно-ориентированного развития

Общественный транспорт

Мультимодальный общественный транспорт, разработанный по принципам Trunk and Feeder с современным транспортно-пересадочным узлом в ядре транзитно-ориентированного развития. Предполагается возможность комфортной пересадки между различными видами транспорта: метро, электричка, автобус, трамвай, троллейбус, а также сквозная тарификация, которая позволит делать пересадки без дополнительной оплаты проезда.

Плотность

Основной принцип – размещение территориальных зон высокой плотности в радиусе до 400 м до транспортно-пересадочного узла, в зоне 400–800 м снижать плотность до средней этажности.

Связность

Высокая связность улиц и дорог позволит сократить количество заторов на основных транспортных магистралях, предоставляя альтернативные пути движения.

Таблица 2

Сравнение плотности улично-дорожных сетей

Город	Габариты квартала, м	Площадь квартала, га	Плотность улично-дорожной сети, км улицы на 1 км ²
Красноярск, микрорайон Покровский	470 × 470	22	6
Москва, Кутузовский	300 × 300	9	8
Чикаго	165 × 165	2,7	12
Барселона	135 × 135	1,8	16

Доступность

Оптимальным радиусом доступности 400 и 800 м для транспортно-ориентированного развития принята пешеходная доступность 5–10 минут пешком.

Смешанное использования

Смешанное использование – вариация функционального использования в рамках одного квартала. Жилье, спорт, образование и работа в одном месте и все необходимое рядом в шаговой доступности.

Создание системы пешеходных общественных пространств

Стимулирование пеших прогулок и использования альтернативных видов транспорта позволит снизить потребность в передвижении на личном автомобиле.

Принципы транзитно-ориентированного развития территории применимы к красноярскому опыту проектирования, они создают новые возможности для устойчивого развития города и Красноярской агломерации в целом.

Список литературы

1. Транспорт в городах, удобных для жизни / Вукан Р. Вучик. М. : Территория будущего, 2011. 575 с.
2. Федченко И. Г. Жилые планировочные единицы города середины XX – начала XXI в. : монография. Красноярск : Сиб. Федер. ун-т, 2012. 192 с.
3. Сайт института Транзитно-ориентированного развития [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tod.org> (дата обращения: 07.02.2019).
4. Сайт администрации города Красноярска [Электронный ресурс]. URL: <http://www.admkrsk.ru> (дата обращения: 07.02.2019).
5. Сайт проектной мастерской A2 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.proa2.ru> (дата обращения: 07.03.2019).

6. Проектирование городских улиц / Коллектив авторов НАСТО. М. : Альпина нон-фикшн, 2015. 192 с.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СПОРТИВНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДАХ РОССИИ

М.С. Павлова*

Научный руководитель Г.А. Птичникова
доктор архитектуры, профессор

Институт Архитектуры и Строительства ВолгГТУ

В настоящее время строительству спортивных объектов в России уделяют особое внимание. Этому содействуют различные факторы, одним из которых явилось проведение Олимпиады-2014, Чемпионата мира по футболу в 2018 г., Универсиады-2019 и других событий. Кроме того, была продлена Федеральная целевая программа «Развитие физической культуры и спорта в РФ на 2016–2020 годы» и за время её работы очевиден рост строительства спортивных объектов. Согласно отчету Министерства спорта, по итогам 2014 г. на территории Российской Федерации действовало 276,6 тыс. спортивных сооружений, 4,5 тыс. из которых являлись объектами нового строительства. Единовременная пропускная способность объектов спорта составила 7,3 млн человек.

Вместе с тем существующая типология спортивных сооружений при размещении их в структуре города не отражает современных потребностей в развитии массового и профессионального спорта. В связи с этим актуальной является разработка моделей формирования спортивных кластеров, которые в настоящее время получают все большую популярность. Под спортивным кластером в работе понимается объединение группы объектов, которые создают возможности для занятий как профессиональным, так и массовым, уличным спортом, а также проведение культурно-массовых мероприятий, соревнований городского и общероссийского уровня.

Примеры градостроительной практики по строительству спортивных кластеров имеются в разных регионах нашей страны. Проведение глобальных спортивных событий на Дальнем Востоке потребовало внедрения новых подходов в развитии спортивной инфраструктуры Хабаровска. В 2020 и 2022 гг. в регионе пройдет две Олимпиады. В этой связи на базе академии в Хабаровске будет сформирован спортивный кластер для подготовки сборной России к Олимпийским играм. Кластер будет включать в себя легкоатлетический стадион с дорожками и секторами, легкоатлетический закрытый манеж, универсальные залы для игровых видов спорта и единоборств, общежитие гостиничного типа. В целом функциональное наполнение спортивного кластера сможет обеспечить пребывание национальных сборных по 5-6 видам спорта.

Активная работа по развитию спортивной инфраструктуры идет в городах Южного Федерального округа: Сочи, Волгоград, Краснодар, Ростов-на-Дону. В Ростове чемпионат мира по футболу создал условия для строительства крупного спортивного кластера. Рядом со стадионом «Ростов-Арена» планируется

* © Павлова М.С., 2019

возведение ледового дворца, конноспортивного и гандбольного комплексов, будет обновлен тренировочная база гребного канала «Дон», а также построены площадки для занятий ВМХ и маунтинбайком.

Ещё одним городом на юге России с динамичным развитием спортивной инфраструктуры является Волгоград. В городе сохраняется устойчивый рост к физическим занятиям у населения: в 2017 г. спортом занималось более 35 % всех жителей. В ближайшее время в Волгограде запланировано построить 36 новых спортивных объектов: 20 малых спортивных площадок, крупный футбольный манеж, 3 многофункциональные площадки, 3 физкультурно-оздоровительный комплекса, а также предстоит модернизация существующих футбольных полей. В настоящее время идет реконструкция Центрального бассейна «Спартак», в будущем планируется реконструкция стадиона «Монолит», «Трактор» и Дворца спорта.

В Волгограде сложились предпосылки к созданию спортивных кластеров, импульсом к этому стали мероприятия по подготовке Чемпионата мира по футболу в 2018 г. К этому событию был построен стадион «Волгоград Арена», рядом с ним находится легкоатлетический манеж, тренировочные площадки академии физической культуры и бассейн, а вокруг стадиона построены новые прогулочные и парковые зоны. Рядом с академией физкультуры возведен баскетбольный клуб «Красный Октябрь». Кроме того, были реконструированы стадионы «Нефтяник» и «Пищевик».

Градостроительный анализ размещения спортивной инфраструктуры в Волгограде позволил выявить предпосылки для формирования нескольких спортивных кластеров (СК) разных типов в зависимости от градостроительного размещения:

- 1) спортивный кластер в центральной зоне города;
- 2) СК в срединной зоне города;
- 3) СК в периферийной зоне.

Основу построения спортивного кластера составляют спортивные объекты федерального, регионального, городского и районного значения, характеризующиеся полным составом функционально-технологической структуры. Архитектурно-планировочная модель СК может быть представлена двумя типами:

- 1) центрическая структура (компактная) – на основе крупного объекта (стадиона);
- 2) полицентрическая структура (свободная) – на основе нескольких равнозначных спортивных объектов.

Основными принципами развития спортивных кластеров являются:

- всесезонность в условиях различных природно-климатических зон России;
- многофункциональность физкультурно-спортивных сооружений;
- возможность использования спортивной инфраструктуры всеми возрастными группами населения;
- ориентация на массовые виды спорта;
- наполнение различными общественными и досуговыми функциями;

- эстетическая привлекательность проектных решений;
- ландшафтно-экологический подход к организации территории.

Таким образом, кластерный подход является новым эффективным подходом для градостроительного развития спортивной инфраструктуры в крупных городах Российской Федерации.

Список литературы

1. Официальный сайт Министерства спорта РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minsport.gov.ru> (12.04.2019).
2. Антюфеев А. В. Глобальные события и архитектурно-градостроительная реновация города (на примере подготовки Волгограда к Чемпионату мира по футболу 2018 года) // Academia. Строительство и архитектуры. 2018. № 2. С. 11–18.
3. Аристова Л. В. Физкультурно-спортивные сооружения. М. : Изд-во «СпортАкадемПресс», 1999. 536 с.
4. Машинский В. А. Физкультурно-спортивные центры. М. : Изд-во «Стройиздат», 1989. 219 с.
5. Antyufeev A., Ptichnikova G., Antyufeeva O. City and a Mega Event: Transformation of Urban Structure. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (MSE). 2018. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 451 012146. [Электронный ресурс]. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/451/1/012146> (10.04.2019).

ФОРМАЛЬНЫЕ И НЕФОРМАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ОБЩЕСТВЕННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ПРИМЕРЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО РАЙОНА ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

А.В. Панченко, Т.В. Ильина, Л.А. Тимофеевко*

Научный руководитель Н.А. Попкова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В архитектурно-градостроительной практике смешение различных типологий общественных пространств становится фундаментом естественного функционирования современной городской жизни. Все чаще выявляются взаимосвязи между грамотным развитием городских рекреационных пространств и повышением уровня инвестиций, качества и статуса территории, что, в свою очередь, влияет на уровень стоимости земли и недвижимости. Власти организуют огромную работу по созданию и улучшению дворов, улиц, парков, скверов, площадей и набережных. Но все ли из спроектированных и реализованных пространств отвечают требованию даже самых непритязательных граждан? Действительно ли они повышают статус той земли, на которой находятся и определяют уровень жизни района? Какого ресурса не хватает современным урбанистам для создания качественного проекта?

В ходе накопления огромного опыта в проектировании, путем сочетания таких наук, как эргономика, колористика, материаловедение и других сопутствующих сфер, архитекторы, дизайнеры и градостроители научились создавать модели пространств, которые обладают уникальными эстетическими и физическими качествами на экранах мониторов и совершенно не могут проявить себя в современном городе. Морфология многих пространств не оказывает никакого влияния на жителя, не задерживая его на прежнем месте проживания, не оставляя ни единого шанса на времяпровождение в черте района. Происходит расслоение на уровни качества жизни районов, образовывается ментальный дисбаланс, что при стремительном городском развитии может иметь серьезные последствия. В Красноярске мы точно можем сказать, в каком районе появляется желание отдохнуть на свежем воздухе и без последствий доехать до работы, а каких стоит избегать. В создании благоустройства, отвечающего последним тенденциям и удовлетворяющего потребности и ожидания населения, совершенно очевидным становится нехватка ресурса человеческого мнения, указывающего на множество факторов и особенностей, которые невозможно предвидеть при обычных обстоятельствах. Становится совершенно очевидным: городскую среду можно обустроить качественно, только привлекая население к процессу проектирования благоустройства. В данной работе, опираясь на опыт урбанистов, психологов и теоретиков архитектуры, будут сформулированы критерии, позволяющие грамотно проанализировать то или иное общественное место. Бу-

* © Панченко А.В., Ильина Т.В., Тимофеевко Л.А., 2019

дет оценена эффективность и правдоподобность выявленных критериев на примере Красноярска и продемонстрировано мнение населения, как одного из важнейших ресурсов в городских преобразованиях.

Для достижения наглядного результата следует выявить ряд формальных критериев оценки, а затем посредством проведенных опросов определить неформальные мнения о тех или иных локациях, сравнить профессиональный взгляд архитекторов с мнением городского населения и их настроением, отношением к пространству. Необходимым условием будет также личный опрос жителей об их ожиданиях в области дальнейшего развития Центрального района.

Изучение профессиональных трудов в области психологии и проектирования городского благоустройства, помогло в выявлении ряда формальных критериев, которые условно можно разделить на статические и динамические. По данным критериям в балльной системе оценивались общественные пространства Центрального района города Красноярска.

Статические критерии

Не подвергаются временному изменению и зависят только от ряда ограничений, выставляемых в регламентах и теоретическом материале проектирования. По сути являются первичными критериями для создания комфорта пребывания в пространстве.

Экологичность и качество используемых материалов.

Безопасность:

- доступ спецтехники;
- освещение;
- поддержка сохранности покрытия и оборудования;
- ограниченный доступ к проезжей части.

Оборудованность:

- оборудование для населения всех типов и возрастов, установленных спецификой общественного пространства;
- оборудование для навигации в пространстве;
- оборудование для обеспечения безопасности пространства.

Доступность

Доступность пространства определяется следующими критериями:

- удаленность пространства от остановок общественного транспорта и парковок;
- доступность для лиц с ограниченными возможностями;
- близость к транзитным путям.

Удобство и эргономика

Эстетические достоинства:

- соизмеримость элементов композиции;
- наличие композиционной целостности;
- логичность и ясность элементов пространства;
- колористическая сочетаемость элементов.

Динамические критерии

Полностью зависят от настроения человека, находящегося в том или ином общественном пространстве. Эти критерии зависят от уровня городской урбанизации, нынешних социальных условий, от физического и эстетического изменения пространства. Оценивались наличием или отсутствием их в среде.

Влияние природных форм и растительности

Участились публикации на тему влияния растительности в городской среде. Итогами работ становятся установленная взаимосвязь между природными формами в городе и повышением психофизиологического состояния человека, увеличения его внимания и памяти, снижения уровня стресса. Поэтому этот критерий является важной составляющей проектирования современных общественных пространств.

Связь со структурой улицы

Помимо обеспечения «доступности», должна прослеживаться связь пространства с различными видами коммерции окружающих улиц. Этот критерий также подразумевает открытие множества природных и искусственных перспектив, позволяющих горожанину-зрителю, находясь в этом пространстве, наблюдать динамику городской улицы.

Влияние модных тенденций

Популярность пространства также зависит от его узнаваемости, распространению положительных отзывов о нем. Невозможно запустить процесс пиара общественного места, не занимаясь его постоянным развитием, вовлечением современных идей, форм и материалов.

Идентичность и разнообразие

Вписывается ли пространство в систему общественных мест на одной линии или территориальной зоне? Является ли оно строго индивидуальным, характеризующим тот или иной микрорайон, область города. Для качественного дальнейшего проектирования общественных мест, необходимо выделить характер их связей в городской структуре. В современной архитектурно-градостроительной практике смешение различных типов общественных пространств становится основой нормального функционирования городской жизни, где каждая отдельная территория представляет собой только часть сложного многомерного организма города и региона.

Навигация. Сюжетность дороги

Создание уникальной модели поведения и движения людей помогает раскрыть все функциональные и типологические особенности данной зоны.

Мульти функциональность

Позволяет пространству быть востребованным разными социальными группами. Чем больше возможностей реализации различных сценариев поведения – от «самоизоляции» до максимальной включенности в социальные взаимодействия может предложить среда, тем большим потенциалом развития она обладает.

Для грамотного создания пространств с учетом динамических критериев не всегда достаточно проектного опыта и знаний теоретического и методологи-

ческого материала. Для раскрытия всего потенциала места необходимо прибегнуть к качественному наблюдательному анализу и выяснению всех неформальных критериев, посредством работы с населением.

Неформальные критерии оценки качества городской среды

На этапе планирования общественной территории или ее преобразования, который следует непосредственно за аналитическим этапом, в работу включается заинтересованное городское население. Этот процесс называется «соучаствующим проектированием». Ему трудно дать четкую оценку, поскольку результаты совместного проектирования выражаются во времени и мнениях людей, которым предстоит обживать регенерируемое пространство. Опыт ряда зарубежных и российских бюро, занимающихся благоустройством, показывает, что люди могут обратить внимание на решающие факторы создания качественной среды. В качестве примера можно привести работу с населением российского бюро «Архитектурный десант». В ходе работы интерактивным способом люди совместно с архитекторами составляют техническое задание, определяют функциональные зоны и общую типологию места. Личный опрос жителей в Красноярске показал, по большей части, заинтересованность людей в создании благоустройства и их способность идти на контакт с архитекторами, высказывать мнение, предлагать собственные идеи.

Результаты проделанной исследовательской работы показали существенный дисбаланс качества общественных пространств в Красноярске. В отдалении от центра города качество мест ухудшается и даже высокие показатели профессиональной оценки не гарантируют полноценное использование их населением. Мнения людей о пространстве порой расходятся и не всегда удается добиться нужного настроения в среде. Однако результаты опросов показали, что многие жители имеют осознанное и целостное видение всех урбанистических процессов и упущений, протекающих в общественных местах, с которыми они ежедневно соприкасаются. Индивидуальность характера городской жизни важна как для самого человека, взаимодействующего с средой, так и для города как полноценной системы. При начальном этапе проектирования или регенерации пространств архитекторы, дизайнеры и урбанисты обязаны изучать данный феномен. Именно это, возможно, повлияет на будущее развитие общественных территорий и будет препятствовать разрушению городской структуры.

Список литературы

1. Санофф Г. Соучаствующее проектирование. Практики общественного участия в формировании среды больших и малых городов : учеб. пособие / Проектная группа 8, 2015. 170 с.
2. Город и горожане. Общественные пространства как модераторы поведения людей [Электронный ресурс]. URL: <http://archvuz.ru/PDF/%23%2045%20PDF/ArchPHE%2345pp034-044Puchkov.pdf>.
3. Глазычев В. Л., Егоров М. М., Ильина Т. В. Городская среда. Технология развития : учеб. пособие. М. : Ладыя, 1995.

4. Одинаковые города, чем плох подход Российских властей к благоустройству [Электронный ресурс]. <https://www.rbc.ru/opinions/society/24/11/2017/5a17d5c59a7947545c001e90>.

5. Психология городского пространства [Электронный ресурс]. URL: <http://archsovet.msk.ru/article/gorod/psihologiya-gorodskogo-prostranstva>.

6. Психология урбанизма [Электронный ресурс]. URL: <http://www.burocrats.ru/politics/100220022724.html>.

МЕНТАЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

П.Т. Петровская*

Научный руководитель К.В. Камалова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Ткань города – это материализованная основа самой среды, которая по сути своей похожа на лоскутное одеяло в стиле «пэчворк». В современных экономических условиях городские земли принято измерять по показателям плотности, интенсивности и эффективности использования. В этом контексте важную роль играет определение границ того или иного участка, в контексте современной градостроительной науки наиболее остро стоит вопрос определения границ территории частной и общественной.

«Ментальные границы» – это понятие субъективное, обозначающее скорее эмоциональное разделение территории. Используя язык аналогий, в контексте жилой среды такую территорию можно назвать «ареалом обитания», в пределах которого отдельно взятый человек ощущает себя комфортно и безопасно, и рамки его не всегда выражаются в виде физических объектов.

Целью исследования является определение ментальных границ жилого пространства, которые не всегда имеют физические ограды. Однако именно они формируют сообщество (community) и делят территорию на свою и чужую. Определить, где берет начало и заканчивается ощущение «собственности» и «принадлежности». Второстепенной целью является выявление подходов формирования ментальных границ, с помощью которых возможно найти альтернативу многочисленным заборам Красноярска.

В рамках данного исследования осуществлен анализ трех кварталов, расположенных в историческом центре города Красноярска, в границах улиц: Конституции СССР (на севере), Каратанова (на востоке), Парижской Коммуны (на западе) и Дубровинского (на юге).

Участок № 1 (ул. Конституции СССР, ул. Парижской коммуны, ул. Ленина) представляет собой жилой квартал, естественными границами которого являются улицы районного и общегородского значений, а также набережная реки Качи. Главными элементами ограничений данной территории являются: расположенные в центре и обнесенные высоким (свободно проницаемым) забором участки среднеобразовательной школы и двух детских садов; занимают 20 % площади; существенный перепад рельефа 3; разносторонняя ориентация дворовых пространств: жилые дома, расположенные в южной части квартала, входными группами обращены к набережной, что провоцирует смешение дворовых территорий с объектами общегородского функционирования (входные группы нежилых помещений первого этажа выходят во двор).

* © Петровская П.Т., 2019

Участок № 2 (ул. Ленина, ул. Каратанова, ул. Парижской Коммуны, ул. Карла Маркса) представляет собой зону общественно-деловой застройки с самым разнообразным функциональным наполнением: на территории данного фрагмента располагаются административные учреждения, общественно-торговые центры, жилые дома и религиозные объекты. «Внешними» границами также, как и на предыдущем участке, являются улицы районного и общегородского значений; «внутренние» рамки формируются замкнутой колодцеобразной типологией объектов. Характерной особенностью данной территории является наличие большого количества заборов, разрезающих градостроительную ткань неравномерным рисунком. По этой причине практически отсутствуют внутриквартальные транзиты – люди по обыкновению используют периметральные пешеходные тротуары.

Участок № 3 (ул. Карла Маркса, ул. Каратанова, ул. Парижской коммуны, ул. Дубровинского) – жилой квартал, расположенный на берегу реки Енисей. Морфология участка № 3 очень напоминает синтез предыдущих двух. Подобно участку № 1, границами данной территории служат улицы районного, общегородского значений и близкое расположение набережной реки Енисей. «Внутренние» границы определяются периметром зданий, как в примере № 2.

Отличительной особенностью данной территории является организация жилых групп с четким определением принадлежности к дворовому пространству. Высокий уровень обеспечения объектами культурно-бытового обслуживания исключает проникновение «извне», но зачастую регулируется это с помощью шлагбаумов и заборов.

Несмотря на наличие ясных физических преград и ограничений, здесь присутствуют неформальные границы: северную и южную часть территории разделяет ощутимый перепад рельефа, а западную и восточную – участок со сосредоточением коммунально-складских объектов – гаражи, кладовые и ларьки, находящиеся в удручающем состоянии.

Еще одной отличительной чертой данного участка является роль школы в формировании ментальных границ – основными «рамками территории», как правило, служат физические объекты, такие как дорожное полотно, заборы, шлагбаумы, периметральная застройка и т. д. Иногда эти рубежи могут сдвигаться, например, если в соседнем дворе расположена новая детская площадка.

Главным управляющим фактором в определении границ является *возраст и возможности*. Так, для передвижения детей важна зона «видимости». Под «зоной видимости» я подразумеваю тот участок, который взрослый может охватывать взглядом, осуществляя контроль за ребенком. При этом не обязательно, чтобы взрослый находился рядом со своим подопечным, территория должна хорошо просматриваться из окон близлежащих домов. У детей более старшего возраста (школьники средних и старших классов) периметр «ментальных границ» намного больше. Это связано с тем, что подростки получают большую самостоятельность и уже не зависят от «зоны видимости» родителей. Кроме того, в этом возрасте меняются увлечения и предпочтения, что заставляет молодых людей мигрировать в поисках мест для встреч с большим количеством

друзей. У взрослых и пожилых людей «ментальные границы» еще более абстрактны, но они зависят от образа жизни. У «родителей» рамки «собственной» территории зачастую совпадают с вышеупомянутой «зоной видимости», в которой обитают дети младшего возраста. Владельцы собак зачастую осознают совсем другие границы – те, что повторяют ежедневные прогулочные маршруты. Рамки некоторых людей зависят от расположения парковочных мест или объектов культурно-бытового обслуживания.

Следующим управляющим принципом является *морфология места*, квартала. Морфология всех трех участков имеет четкую структуру, каждый из кварталов относится к разному периоду строительства, с разной типологией жилой застройки. Благодаря натурным обследованиям выявлено: размер границ и характер «взаимоотношений» зависит непосредственно от возраста человека, проживающего на этой территории. Даже с одинаковыми объектами, такими как школьная территория, в разных градостроительных условиях складываются разные отношения. Так, на участке № 1 дети младшего школьного возраста избегали посещать территорию учебного заведения, а на участке № 3 школьная детская площадка является основным местом притяжения, в первую очередь из-за отсутствия собственной игровой площадки у близлежащего жилого дома. Однако, в отличие от участка № 1, миграция детей между игровыми зонами минимальна – это связано с особенностями планировочной организации, которая из-за закрытости жилых групп ограничивает «зону видимости», тем самым привязывая ребенка к определенному месту.

На основе исследования можно сделать следующие выводы касательно формирования и расположения «ментальных границ» в городской среде:

- они являются уникальными для каждого человека (для людей одной возрастной группы);
- удаленность «границ» зависит от возраста и образа жизни;
- формируются системой точек притяжения и не всегда совпадают с морфологическими границами;
- заборы и другие ограждения могут быть эффективны на территории общественно-деловой застройки, но в жилой среде их лучше избегать.

Вместо заборов в жилой среде можно использовать следующие методы:

- организация границ путем планировки рельефа, с перепадом высот между зонами разной собственности;
- равномерное расположение «точек притяжения»;
- формирование посредством застройки.

Список литературы

1. Федченко И. Г. Принципы формирования жилых планировочных единиц в контексте современных тенденций градостроительства // *Architecture and Modern Information Technologies*. 2015. № 3. С. 9–14

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА СЕЛА ПАКПХАНГ В ТУРИСТИЧЕСКОМ КОРИДОРЕ ЛАОСА

Пхенгмала Тхависак*

Научный руководитель И.Г. Федченко

Сибирский федеральный университет

1. Про Исторический центр села Пакпханг

Село ПакПханг – это село в районе Шанакхаам, провинция Вьентьян, которое является уникальным в своей истории; в селе Пакпханг есть еще 200-летние архитектурные сооружения, которые можно пополнить в форме развития сохранения, чтобы стать туристическим направлением. В настоящее время строительство в селе Пак Пханг еще не было расширено, потому что местные жители по-прежнему имеют большую долю сельскохозяйственного производства. Но чтобы поддержать рост будущего пространства для развития в качестве источника туризма, что приведет к экономической нестабильности, поддержки людей, въезжающих в этот район, а также туристов, которые сделают сообщество лучше. Тем не менее по-прежнему отсутствует планирование исторического развития, а также отсутствуют нормативные акты, регулирующие культурное наследие, например исторические здания и окружающую среду села.

2. Туристический коридор

2.1. Развитие туризма в Лаосе

Лаосская Народно-Демократическая Республика является страной с неблагоприятными условиями в плане культуры, общества и природных ресурсов, которые влияют на туризм в Лаосе. В результате возникает необходимость в планах по оживлению городского ландшафта с целью активизации туризма и экономического развития всей местности. Путем продвижения туристической и инвестиционной политики, управления окружающей средой, уникальной культуры нации. Диверсификация вид культуры, он имеет множество племен, каждое племя будет иметь культурную и социальную идентичность из-за которых он включает в себя ресурсы, естественные для многих, как реки, водопады, горы, пещеры, леса, биологические и другие, а также место истории и культуры предков создали, что является ценным в Важность его людей и на глазах международного сообщества, таких как наследия Луанг Прабанг, Ват Пху Чампасак, Plain Кувшинов камня ХК и старейших нескольких местах по всей стране, что делает туристов и людей по всему миру признают уникальную прозрачность его и привлекает международных.

* © Пхенгмала Тхависак, 2019

2.2. Луангпрабанг (город всемирного наследия Лаоса)

Это город на севере центральной части Лаоса, состоящий из 58 соседних деревень, 33 из которых входят в список Всемирного наследия ЮНЕСКО города Луангпхабанг. В 1995 г. он был внесен в список уникальных и «удивительно» хорошо сохранившихся архитектурных, религиозных и культурных ценностей, представляющих собой смесь развития сельских и городских районов на протяжении нескольких веков, включая французские колониальные влияния в XIX и XX вв.

2.3. Район ВангВьенг (турический район Лаоса)

Это туристический город в Лаосе в провинции Вьентьян, в четырех часах езды на автобусе к северу от столицы. Город лежит на реке Нам Сонг. Самая заметная особенность района – карстовый ландшафт холма, окружающий город.

Исторический центр села Пакпханг

Экономические условия

Основным занятием людей в деревне Пак Пханг является обработка сельскохозяйственных угодий на окраине деревни. Основным продуктом является рис. Большую часть дня люди заняты работой вне дома.

Среднегодовой доход на душу населения от 7,5 до 9 млн кипов (после вычетов), который является средним доходом от занятости в районе, потому что, когда сельскохозяйственный сезон заканчивается, молодые рабочие распределяются на работу в городе или работать в соседних странах. Этот период времени в доме будут наблюдать пожилые люди и дети.

Население

По данным опрошенного населения в 2015 г., общая численность населения в 21 556 человек имеет средние темпы роста 2,5 % в год, при этом большая доля пожилых людей составляет 26 %, или 1/4 общей численности населения.

Вода как основа жизни

Деревня Пак Пханг – прибрежная деревня. Вода является основным источником развития. Это место проведения фестивалей, а также организации жизнедеятельности – ловли рыбы. В прошлом это был транспортный маршрут, богатый природными ресурсами и источником воды, где люди могли использовать различные виды продуктов. Основными и важными ручьями этого района являются река Хонг и река Пханг.

Культурный и социальный условия

В сообществе жителей деревни складываются коллективные действия пожилых людей в наследовании традиционных ежегодных мероприятий, которые были унаследованы от предков. Окрестности общины Банпрапанг окружены тремя храмами, которые являются общественным центром для людей в общине. Люди Пакпанга очень уважительно относятся к буддизму каждый день. О них регулярно заботятся в храмах.

– традиционные праздники – ФЕСТИВАЛЬ.

В селе проводятся традиционные фестивали. Они проводятся каждый месяц года, фестивали отличаются друг от друга. Качество проведения фестивалей зависит от потока туристов и финансирования со стороны администрации.

– про национальную ЕДУ.

Объекты архитектурного наследия

Согласно местному архитектурному исследованию, в селе Пак Пханг существуют объекты архитектурного наследия. Эти здания представляют собой сооружения со множеством уникальных архитектурных деталей, например традиционные двери, особенные балконы. Традиционно на участке расположены дом, кухня, туалет и рисовая теплица. Они имеют название «Пак Пханговский дом» и располагаются во многих районах деревни спустя более 200 лет. Некоторые объекты до сих пор уникальны, а некоторые были изменены и разрушены. Дома деревянные, двухэтажные. Особый интерес в том, что некоторые дома образуют исторические кварталы с уникальной планировкой и традиционным укладом жизни. Эти кварталы сохраняются и развиваются, чтобы стать туристическими достопримечательностями.

Резервные территории

Дороги в районе деревни Пак Пханг имеют резерв для расширения, но на сегодняшний день используются как обочины. Сегодня дороги не благоустроены, разбиты, отсутствуют деревья, что бы способствовало красоте и удобству. Придорожное пространство может быть полезно для сообщества, например: езда на велосипеде, улучшенный облик, чтобы сделать исторический район более красивым.

Внутри проектной зоны также есть участки незащищенного леса, которые не используются, и ни один из владельцев не несет ответственности за их сохранение или эффективное использование. Так, в селе существуют ареалы нетронутой природы, в которых обитают аборигенные виды животных. Администрация села защищает эти территории от застройки. Это может служить резервом общественного пространства для жителей и туристов.

Исторический центр Пак Пханг может быть включен в туристический коридор, так как по соседству с селом есть подобные уникальные поселения.

ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ДИСБАЛАНСА СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ РАССЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (РОЛЬ НОВОСИБИРСКА)

Л.И. Черновская*

Научный руководитель Г.П. Ерохин
кандидат архитектуры, доцент

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств

Система расселения – это территориально целостная и функционально взаимосвязанная совокупность поселений, характеризуется как параметрами входящих в неё поселений, так составом и интенсивностью социально-экономических связей между ними [1].

Советская градостроительная политика отвечала стратегии освоения и развития всех территорий страны путем искусственной урбанизации, которая предусматривала опережающий рост новых городов, где преимущественно размещались наиболее крупные производства либо отраслевые производственные комплексы [2].

Сегодня пространственный дисбаланс системы расселения РФ обусловлен поляризацией населения в центральной зоне. Транспортная инфраструктура страны имеет линейный характер, огромные расстояния служат резкому удорожанию всех средств сообщения и транспортировки ископаемых. Основная доля пассажирских авиаперевозок осуществляется через столицу России [3].

В 2008–2016 гг. три федеральных округа (Центральный, Северо-Западный и Южный) приобрели, а остальные лишились сотен тысяч жителей (рис. 1) [4]. Население распределено крайне неравномерно. Около 70 % россиян проживают в европейской части России, составляющей 20,82 % территории.

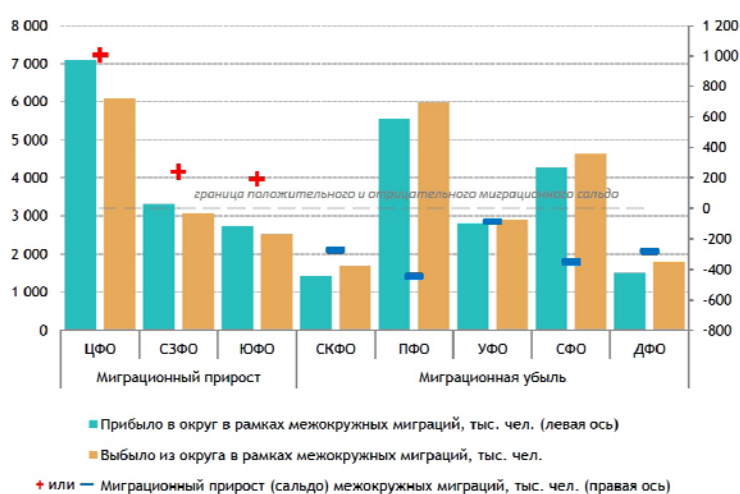


Рис. 1. Итоги миграции населения между федеральными округами (тыс. чел.), 2008–2016 гг.

* © Черновская Л.И., 2019

Г. В. Мазаев пишет о том, что «...проблема развития системы расселения России исходит из двух базовых показателей: размер национальной территории и численность населения страны... России физически не хватает ресурсов для освоения своей территории – людских, материальных, финансовых...» [5].

Для сравнения, США при своей низкой плотности населения (33,34 чел/кв.км) и относительно небольшой численности жителей (327 млн чел.) является лидером на мировом рынке по уровню ВВП [6]. Китай на втором месте. Это связано с развитой сеткой транспортных артерий и благоприятным климатом. Проблема развития системы расселения РФ заключается не столько в численности населения и площади страны, сколько в природно-климатических условиях, степени развития транспортной инфраструктуры и наличии точек экономического роста, которые бы способствовали равномерному распределению населения, ресурсов и производственных сил страны.

Закономерность распределения численности населения России можно проверить с помощью «правила Ципфа», выражаемого формулой [7]

$$P_n = \frac{P_1}{n},$$

где P_n – население города n -го ранга; P_1 – население главного города страны (1-го ранга); n – ранг города.

Крупнейшие российские города заметно отстают от столицы по численности населения (отклонение Новосибирска от идеальных показателей – на 61 %). В Новосибирской области большая часть населенных пунктов представляет собой малые города с численностью до 50 тыс. чел. (отклонения от 95 до 97 %). Это указывает на то, что значение малых, средних и больших городов утрачено, так как численность населения стремится к нулю (рис. 2).

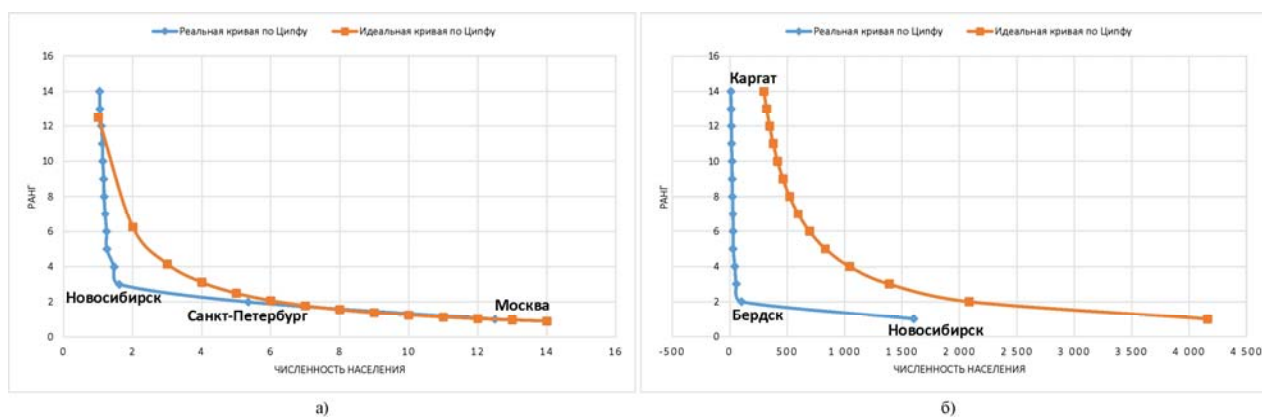


Рис. 2. Распределение городов по рангу и численности населения:
а – Россия; б – Новосибирская область

Для решения проблем по пространственному развитию страны предлагаются следующие подходы [5].

1. Путь интенсивного развития: развитие агломераций и групповых систем расселения, связанных экономическими связями и транспортом.

2. Путь экстенсивного развития: развитие более широкой сетевой системы расселения, охватывая ею возможно большую территорию, создавая опорные пункты по контролю за территориями.

Эти две взаимоисключающие тенденции развития системы расселения России тенденции являются одинаково важными и одновременно не выполнимыми.

Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года предусматривает два сценария пространственного развития [8].

1. Инерционный сценарий: сохранение текущих тенденций развития системы расселения и экономики при условии отказа от реализации механизмов устойчивого и сбалансированного пространственного развития Российской Федерации.

2. Приоритетный (целевой) сценарий: снижение различий между субъектами РФ по основным социально-экономическим показателям.

С целью преодоления пространственного дисбаланса территорий России, повышения роли малых городов и увеличения социальных и экономических благ отстающих субъектов Российской Федерации, необходимо создание местных экономик и новых точек роста в системе расселения с акцентом на Зауралье.

Инструментом для достижения данной цели может стать строительство Новосибирского научного центра (ННЦ) за счет консолидации и интеграции уже сложившихся научных и образовательных ресурсов (Академгородок, наукоград Кольцово, Краснообск). ННЦ как «драйвер» экономики Сибирского региона потянет за собой научное инновационное развитие филиалов СО РАН и может войти в число лидирующих инновационных центров мира к 2030 г. [9].

Список литературы

1. Методология системного анализа регионального развития и управления : сб. статей / отв. ред. А. В. Кочетков, О. С. Пчелинцев. М. : ВНИИСИ, 1980. 136 с.

2. Владимиров В. В., Наймарк Н. И., Субботин Г. В. и др. Районная планировка. М. : Стройиздат, 1986. 325 с.

3. Статистика. Пассажиропоток в аэропортах [Электронный ресурс]. URL: <http://www.avia-adv.ru/placement/airports/passenger-traffic.htm>, свободный (дата обращения: 07.03.2019).

4. Миграция населения России: тенденции, проблемы, пути решения / В. Трубин [и др.] // Социальный бюллетень. 2018. № 11. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/16774.pdf> (дата обращения: 07.03.2019).

5. Мазаев Г. В. Дилемма развития системы расселения России // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2012. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dilemma-razvitiya-sistemy-rasseleniya-rossii> (дата обращения: 13.12.2018).

6. Рейтинг стран мира по уровню валового внутреннего продукта // Гуманитарные технологии: аналитический портал. 2019. URL: <https://gtmarket.ru/>

ratings/rating-countries-gdp/rating-countries-gdp-info (дата обращения: 03.04.2019).

7. Zipf G.K. Human Behavior and the Principle of Least Effort. Addison-Wesley Press, 1949. 573 с.

8. Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 207-р // Собр. законодательства Рос. Федерации. 2019. № 7. Ст. 702. С. 27.

9. Академгородок 2.0: сайт. URL: <https://академгородок-2-0.рф>.

О ПРИМЕНИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СОСТАВЛЕНИИ РЕЙТИНГОВ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А.Э. Энгельгардт*

Научный руководитель И.Г. Федченко

кандидат архитектурных наук

Научный руководитель А.Ю. Липовка

кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Индекс качества городской среды муниципального образования представляет собой цифровое значение состояния городской среды населенных пунктов, полученное в результате комплексной оценки количественных и поддающихся измерению показателей, характеризующих уровень комфорта проживания на соответствующей территории [1].

Система индексирования позволяет увидеть общую картину состояния качества среды и носит обобщенный характер в формировании рейтинга городов. Технология рейтингования широко применяется в международных практиках оценивания качества городской среды. Рейтинг формируют конкретные индикаторы – критерии, от состояния которых зависит уровень качества. Изучение мирового опыта показало, что рейтинговые системы представлены несколькими обобщенными индикаторами и имеют от 30 до 40 критериев оценивания. Рейтинговые системы на региональном уровне схожи по своей структуре и в целом напоминают общемировые системы. Рейтинг качества городской среды планировочных единиц внутри городов отсутствует [2].

Современные рейтинговые системы используют открытые данные[†], полученные из различных источников: данные спутников, геоинформационных систем ГЛОНАСС и GPS; геолокации сотовых телефонов; записи городских видеокамер, сенсоров и датчиков; сайт федеральной службы государственной статистики, выписки из реестров, данные от городских служб; данные социальных сетей, облачных хранилищ и интернет-источников. Примером открытых данных города Красноярска, обновляемых в режиме реального времени, являются данные приложений Яндекс.Пробки_Красноярск и Красноярск.небо.

Для учета такого количества неструктурированных данных используются алгоритмы анализа Больших данных[‡]. В отличие от статистических данных, которые успевают устареть к моменту их анализа, Большие данные могут обраба-

* © Энгельгардт А.Э., 2019

[†] Открытые данные (Open data) – это информация, размещенная в информационно-телекоммуникационной сети Интернет в виде систематизированных данных, организованных в формате, обеспечивающем ее автоматическую обработку без предварительного изменения человеком, в целях неоднократного, свободного и бесплатного использования.

[‡] Большие данные (Big Data) – огромные объемы неоднородной и быстро поступающей цифровой информации, которые невозможно обработать традиционными инструментами.

тываться в режиме реального времени, что повышает качество и скорость принятия решений [3].

Способы визуализации больших данных можно условно разделить на два типа – временная суперграфика (изменения данных во времени) и пространственная суперграфика (изменения данных в пространстве). Однако существуют проблемы визуализации Больших данных: визуальный шум, восприятие большого изображения, потеря информации, высокие требования производительности, высокая скорость изменения изображения [4].

Разработана стратегия внедрения Больших данных в рейтинговые системы качества городской среды, состоящая из шести этапов.

Этап 1. Техническое оснащение: определение источников получения Больших данных; внедрение технологий сбора Больших данных (сенсоров и датчиков) в городскую среду; запуск протоколов автоматического мониторинга.

Этап 2. Центр сбора данных: разработка матрицы для сбора открытых данных по характеру сбора (статичные или динамичные), принадлежности (частные или государственные), конфиденциальности (открытые или закрытые) и интервальности (обновляемые с интервалом или в режиме реального времени); формирование механизмов мониторинга системы; создание лаборатории оценки качества городской среды на базе единого аналитического центра.

Этап 3. Построение геоподосновы: моделирование послойной вертикальной схемы визуализации Больших данных города на картографической основе.

Этап 4. Составление рейтинга: трехмерный визуальный анализ данных; создание пространственно-иерархической модели ранжирования качества структурных единиц города.

Этап 5. Пространственная визуализация: выстраивание трехмерного изображения рейтинга на карте выбранной структурной единицы.

Этап 6. Аналитика и рекомендации: анализ модели ранжирования для выявления механизмов повышения качества городской среды.

Разработана хронологическая пространственно-иерархическая модель ранжирования – рейтинговая система оценки качества среды города и его структурных единиц, основанная на трехмерном визуальном анализе данных (рис. 1).

Система имеет четкую иерархию по уровням: 1 уровень – город; 2 уровень – сферы; 3 уровень – параметры; 4 уровень – критерии.

На первом уровне город представлен в виде интерактивной карты рейтинга – трехмерного графика поверхности, высота которого соответствует значению рейтинга конкретных структурных единиц города. Для удобства сравнения городов между собой и выхода на уровень страны значения графика интерполируются в единый показатель – ранг города, выраженный в процентном соотношении. На 2, 3 и 4 уровнях происходит деление на две группы графиков в зависимости от характера данных:

- пространственные – графики, показывающие изменения поступающих данных в пространстве (по районам или отдельным структурным единицам);

- хронологические – графики, показывающие изменения поступающих данных в четырех временных отрезках (день, неделя, месяц, год).

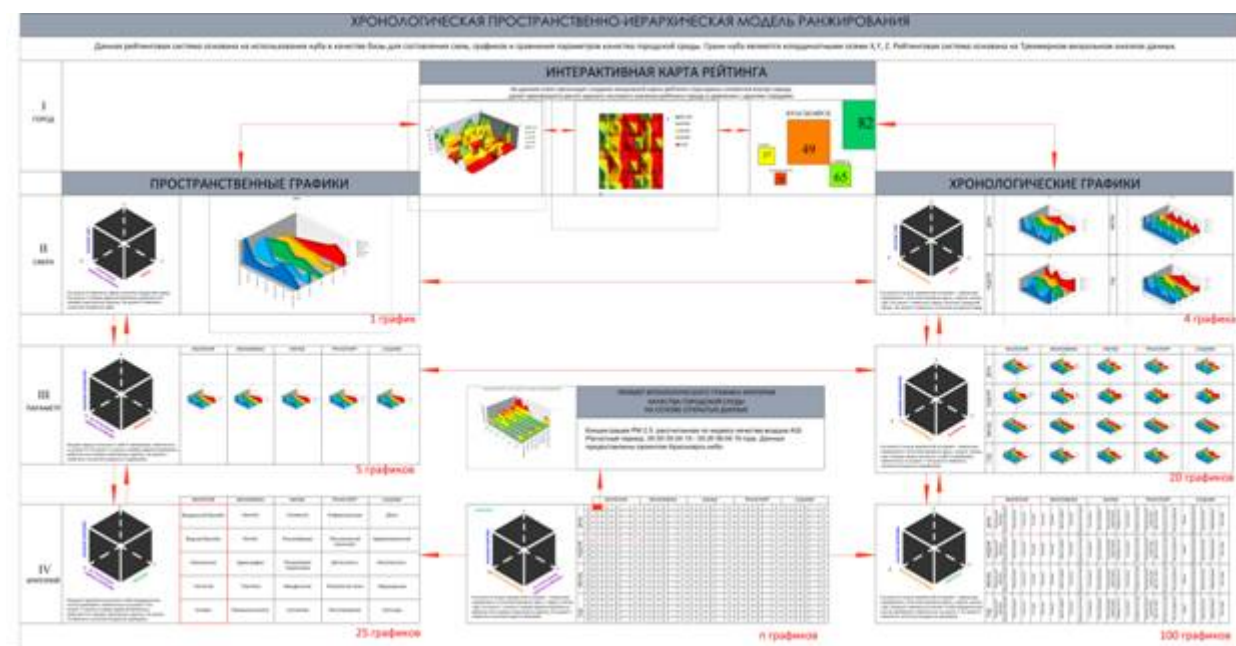


Рис. Хронологическая пространственно-иерархическая модель ранжирования

Пространственные и хронологические графики подразделяются на пять сфер: экология, экономика, транспорт, жилье и социум. Каждая из пяти сфер имеет пять параметров, а каждый параметр – определенное количество критериев в соответствии с текущим законодательством.

Существует два подхода к применению данной модели ранжирования:

1. Административно-территориальный подход рассматривает геопривязку на уровне административного деления (для Красноярска это семь административных районов: Железнодорожный, Кировский, Ленинский, Октябрьский, Свердловский, Советский, Центральный).

2. Планировочно-территориальный подход предусматривает создание вертикальной схемы (раздельное ранжирование по слоям: транспорт, экология, кбо и др.).

Создание подобной системы – первый шаг к становлению умных открытых городов, управляемых данными [5]. Но основная проблема создания такой системы в Красноярске заключается в недостаточном количестве открытых данных, необходимых для анализа.

Список литературы

1. Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации : приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 31.10.2017 № 1494/пр [Электронный ресурс] // URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/ddc/prikaz-1494pr.pdf>.

2. Энгельгардт А. Э., Липовка А. Ю., Федченко И. Г. Международный опыт индексирования качества городской среды [Электронный ресурс] // Урбанистика. 2018. № 4. С. 77–87. DOI: 10.7256/2310-8673.2018.4.27886. URL: http://e-notabene.ru/urb/article_27886.html.

3. Juan R. Selva-Royo, Nuno Mardones, Alberto Cendoya Cartographing the real metropolis: A proposal for a data-based planning beyond the administrative boundaries // ISUF XXIV international conference: City and territory in the globalization age. Valencia, Spain. ISBN: 978-84-9048-574-3, 2017

4. Агабейли А. Ф. Проблемы визуализации Больших данных // Новые технологии и проблемы технических наук : сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Красноярск, 2015. С. 138–140.

5. Engelgardt A. E. Big data rating systems as an effective method of visualizing the quality of urban structural units // 25th ISUF International Conference: Urban Form and Social Context: from traditions to newest demands. Krasnoyarsk : Sib. Feder. University, 2018.

Дизайн и декоративно-прикладное искусство

АДАПТАЦИЯ ДЕРЕВНИ УНИВЕРСИАДЫ К ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ВУЗА

Е.С. Сулейманова*

Научный руководитель С.А. Истомина
кандидат архитектуры, профессор

Сибирский федеральный университет

Универсиада – всемирные спортивные студенческие игры, представляющие собой комплексные соревнования, проводимые Международной федерацией университетского спорта (International University Sports Federation, FISU). В России она проводилась два раза: в 2013 г. в столице Татарстана – Казани и в 2019 г. в Красноярске. Проведение всемирных мероприятий требует особой подготовки, FISU выдвигает особые требования для страны, проводящей Универсиаду. Одним из требований для подачи заявки является строительство Деревни Универсиады – места приема, аккредитации, проживания и обслуживания спортсменов. К основным пунктам для создания безопасной, удобной среды Деревни относятся следующие требования:

- деревня должна находиться на разумном расстоянии от соревновательных и тренировочных объектов, а также Главного аккредитационного центра;
- зонирование Деревни должно включать в себя четыре основные зоны: жилую, международную, рабочую, а также транспортные участки;
- необходима охрана, а также пропускные пункты и контроль потока входящих людей;
- создание периметрального ограждения, имеющего ограниченное число пропускных пунктов, на которых производится личный досмотр персонала, оборудования и транспорта;
- жилая, международная и рабочая зоны должны иметь четкое территориальное разграничение с контролем доступа между различными зонами;
- в жилой зоне требуется обустроить жилые помещения, офисы делегаций, медицинские комнаты делегаций, столовые, объекты для активного отдыха;
- в международной зоне должны размещаться основные офисы, объекты торговли и отдыха для спортсменов, официальных лиц и гостей Деревни;
- наличие парикмахерской, бизнес-центра, банков и обмена валюты, химчистки, почтовых услуг, бакалейных магазинов, швейной мастерской, цветочного магазина, услуг мобильной связи, сувенирных магазинов, билетного автомата Универсиады, туристического агентства;
- в рабочей зоне возможно разделение на центр приветствия, пропускной центр Деревни, зоны управления Деревней;

* © Сулейманова Е.С., 2019

– резервирование различных участков под транспортные услуги для ее жителей (транспортный комплекс, парковка для машин делегаций, гараж, внутренняя транспортная система, парковка за периметром Деревни).

Учитывая перечисленные требования, в столице Татарстана было решено построить Деревню Универсиады с нуля, а не адаптировать существующую застройку. Так, 10 июля 2009 г. началось строительство комплекса, который изначально задумывался как студенческий городок, в отличие от существующей практики застройки таких комплексов как коммерческого жилья. По завершении работ жилая зона Деревни Универсиады в Казани включает 28 многоэтажных жилых корпусов и нежилые здания, сооружения и объекты сопутствующей инфраструктуры, расположенные у трёх осевых и нескольких поперечных проездов и церемониальной площади, а также зелёные территории и забор по периметру в целях безопасности. Международная зона с пунктом охраны общественного порядка также огорожена (это видно на схеме, представленной на рис. 1).



Рис. 1

С 2011 Деревня Универсиады функционировала как общежитие для студентов Казанского (Приволжского) Федерального Университета. Помимо этого, также с 2011 г. на территории Деревни в тестовом режиме были организованы мероприятия по размещению участников различных спортивных соревнований российского и международного уровня, которые проходили в Казани.

В рамках проекта «Наследие Универсиады» после завершения Игр студенты главного казанского вуза снова вернулись в кампус. На сегодняшний день вся инфраструктура Деревни сохранена, студенты вуза продолжают пользоваться созданным благоустройством. Во время повседневной учебной деятельности внешнее ограждение территории Деревни не функционирует, ограждение с пропускной системой действует только по периметру жилой зоны. На время проведения последующих спортивных состязаний всероссийского или международного формата, все требования, установленные FISU, вступают в силу, и мероприятия снова проводятся на высшем организационном уровне.

Организаторы Студенческих игр в Красноярске тоже ответственно подошли к проектированию Деревни Универсиады. Для благоустройства была вы-

брана часть территории Сибирского федерального университета общей площадью 25,4 га, на которой располагались делегации стран-участниц и более 5 тыс. волонтеров. Для студенческих игр были переоборудованы уже существующие здания СФУ и построены новые. Помимо действующих общежитий к Универсиаде были подготовлены новые многофункциональные объекты (хостелы; сервис-холл с фитнес-залом, лаундж-зоной, почтовым отделением, сувенирной лавочкой, мини-кофейней, салоном красоты и др.; ресторан студенческих игр, рассчитанный на обслуживание 1 000 персон; медицинский центр). Территория кампуса также была оснащена современной системой безопасности. На резервации кампуса были построены два пропускных пункта, а остальные зоны были огорожены по всему периметру.

По окончании XXIX Зимней Универсиады территория Деревни стала использоваться для повседневной учебной деятельности вуза. Многофункциональный сервис-холл больше не предлагает свои услуги для студентов СФУ, столовая вскоре будет переоборудована в спортивный зал. Такая же участь перестройки под нужды студентов ждет все объекты Деревни. Тем не менее ограждения не планируется демонтировать, что вызывает нелогичность передвижения студентов внутри кампуса (рис. 2).

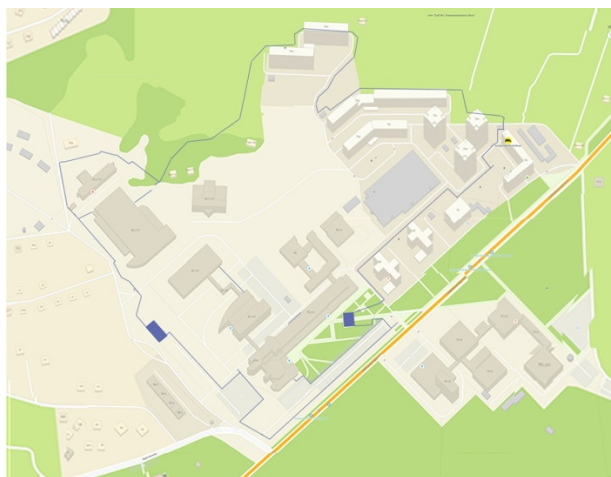


Рис. 2

В отличие от организации Деревни Универсиады в Казани территорию красноярской Деревни занимают различные учебные корпуса, которые расположены далеко друг от друга. Забор, построенный для разделения зон Деревни Универсиады, больше не выполняет свою функцию, а лишь создает для студентов и преподавателей неудобство в передвижении между корпусами. Расположение контрольно-пропускных пунктов, оборудованных арочными металлодетекторами, также приносит массу неудобств для повседневной жизни вуза, так как они не входят в систему рационального передвижения людей от автобусных остановок и парковочных зон.

Требуется планировочная и функциональная реорганизация внутри территории кампуса: расконсервация резервационных зон Деревни с восстановлением беспрепятственного движения между учебными корпусами, офисными

зданиями, медицинским центром и другими объектами, а также со стороны подходов от автобусных остановок путем устройства пешеходных ворот в заграждениях. При этом строения КПП, утрачивающие свою функцию, могут быть приспособлены для студенческого клуба и печатного центра.

Список литературы

1. Минимальные требования к проведению Универсиады. Редакция. Октябрь 2014 [Электронный ресурс]: URL: <https://docplayer.ru/28279214-Minimalnye-trebovaniya-k-provedeniyu-zimney-universiady.html> (дата обращения: 15.03.19)
2. Деревня Универсиады (Казань) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Деревня_Универсиады_\(Казань\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Деревня_Универсиады_(Казань)) (дата обращения: 11.04.19).
3. XXVII Всемирная летняя Универсиада 2013 в Казани [Электронный ресурс]. URL: <http://kazan2013.com/ru/village> (дата обращения: 11.04.19).
4. Универсиада 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://krsk2019.ru> (дата обращения: 12.04.19).
5. Об обеспечении безопасности спортивных объектов XXIX Всемирной зимней Универсиады 2019 года в г. Красноярске [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/441598647> (дата обращения: 12.04.19).

ПАРАМЕТРИЗМ. НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ПАРАМЕТРИЗМА В АРХИТЕКТУРНОЙ ПРАКТИКЕ

В.С. Козаченко*

Научный руководитель Ю.В. Жоров
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

«Параметризм – новый глобальный стиль в архитектуре и градостроительстве» – такое определение в своей работе «Манифест параметризма» дает немецкий архитектор, директор бюро Zaha Hadid Architects Патрик Шумахер. Однако в мировой архитектурной практике вопрос признания параметризма новым глобальным стилем остается открытым. В связи с этим попытка анализа проблем параметрической архитектуры становится актуальной.

Параметризм можно определить как способ проектирования с использованием компьютерных технологий и методов цифрового моделирования, позволяющий менять параметры проекта в реальном времени.

Параметризм выступает в противовес модернистской архитектуре, отрицает использование идентичных повторяющихся элементов, правильных геометрических форм и наложение несвязанных между собой элементов. В параметрической архитектуре используются плавные перетекающие формы, взаимозависимые элементы и вариации само подобных элементов. Все элементы архитектуры должны быть частью единого целого, здание должно возникать из среды и гармонично взаимодействовать с ней.

Формообразование в параметризме основывается на методах алгоритмического проектирования – разрабатывается один конструктивный узел, благодаря топологической оптимизации и возможностям мощных современных компьютеров варьируются миллионы возможных комбинаций с заданным конечным результатом, например – минимальный вес при достаточной жесткости. Таким образом, каждый отдельный узел создает новое отклонение в зависимости от формы исходного объекта. Получающиеся конструкции не похожи ни на что ранее созданное человеком, зато напоминают творения природы. Файл с расчетами направляется на производство, где при помощи особого типа станков ЧПУ – числового программного обеспечения, воспроизводят детали. В этом состоит суть и уникальность параметризма, при помощи классических методик архитектурного проектирования невозможно получить подобный результат, поскольку для этого пришлось бы отрисовывать несколько тысяч конструктивных узлов в ручную.

В 2008 г. Патрик Шумахер выпускает знаменитый «Манифест параметризма», о котором упоминалось выше. Благодаря своей уникальности параметризм, как новый глобальный стиль, был с восторгом принят большой

* © Козаченко В.С., 2019

частью мирового архитектурного сообщества и приобрел множество последователей по всему миру: UNStudio (Нидерланды), Asymptote Architecture (США), Kokkugia (Канада, Великобритания), MAD Architects (США, Китай). В разработанной Шумахером классификации стилей параметризм причисляется к эпохальным стилям, способным установить главенство в архитектуре и дизайне на несколько десятилетий. Но, несмотря на это, нельзя не обратить внимание на многочисленную и не обосновательную критику.

На сегодняшний день прошло 11 лет с момента появления амбициозного манифеста Патрика Шумахера, во многих городах мира появились объекты, спроектированные в духе параметризма, однако главенствующую роль в архитектурной практике по-прежнему занимает модернизм. И, как мне кажется, для этого есть ряд основательных причин.

Одной из таких причин является проблема визуального и психологического восприятия. Параметризм противопоставляет простым геометрическим формам классической и модернистской архитектуры сложные, динамические, гибкие объекты, стремящиеся повторить природную организацию среды. В своем стремлении создать геометрические образования подобные натуральным формам, органично взаимодействующие с окружением, архитекторы сталкиваются с рядом проблем визуального и психологического восприятия у зрителя. Пластичные формы параметрической архитектуры на первый взгляд могут показаться естественным продолжением природного мира. Однако в действительности гипертрофированные формы и конструктивные криволинейные очертания архитектурных строений создают психологический барьер для восприятия. Подсознательно человек негативно воспринимает искусственные непрерывно изменяющиеся формы как нечто чужеродное, инопланетное, вызывающее отторжение в силу несоответствия природным инстинктам человека. Поверхностное копирование принципов построения природных форм приводит к тому, что объекты воспринимаются как некие абстрактные криволинейные организации, мутации, не имеющие достаточно родства с природным миром. Композиция, построенная на основе простых геометрических форм, в действительности оказывается более естественной и привлекательной для человеческого сознания.

Следующий негативный фактор параметрической архитектуры – пренебрежение масштабными соотношениями между строением и человеком, форма теряет традиционные эргономические указатели. Человек, неспособный соотносить себя с архитектурной средой вокруг него, теряет возможность контактировать со средой, а потому воспринимает ее абстрактно. Параметрическая архитектура, на первый взгляд, иррациональна, она не следует классическим законам композиции, а потому зачастую воспринимается как некая объемная субстанция, которой присущи динамизм и энергетика, но отсутствует предсказуемость. В связи с этим возникает серьезная проблема, связанная с ориентацией в пространстве и расположением коммуникаций. Возникают сомнения касательно психологического комфорта при нахождении в непрерывном пространстве, где пол, стены и потолок становятся условностью, поверхности плавно перехо-

дят одна в другую, происходит неожиданная смена уровней, световые проемы располагаются в непредсказуемых местах. Человек, пребывающий долгое время в такой среде, непременно будет испытывать возбуждение, переутомление и искажение визуального восприятия. Несмотря на это, в теоретических работах параметристов крайне мало внимания уделяется гуманизации среды и созданию условий для гармоничного развития личности.

Еще один негативный фактор параметрической архитектуры связан с пренебрежением функции в пользу формы. Создается впечатление, что форма разрабатывается не в соответствии с функционально-технической задачей будущего помещения, а в ходе творческого процесса. Параметрические эксперименты с формой часто пренебрегают эргономическими нормами, пространство используется нерационально, происходит перерасход строительных материалов. На примере здания культурного центра в Харбине, спроектированного MAD Architects, мы можем пронаблюдать, как в пользу формы значительная площадь здания не эксплуатируется, выполняя декоративную функцию.

Параметрическая архитектура обладает нестандартным образом, определенной энергетикой, индивидуальностью и должна быть спроектирована с учетом множества различных факторов под конкретную географическую местность, но, как показывает мировая практика, параметрические здания словно не имеют привязки к конкретному месту и могут быть воспроизведены в любом месте с внесением незначительных изменений. В связи с этим возникает еще один негативный фактор параметрической архитектуры: при строительстве происходит разрыв исторической связи местности с архитектурой, отсутствует связь с идеей национальной идентичности. Так, в историческом центре Токио планировалась постройка уникального стадиона для Олимпиады в 2020 г., но критика со стороны архитекторов и общественности не позволила воплотить в жизнь этот проект.

Параметрическая архитектура принципиально отличается от традиционных методов проектирования, она требует от архитектора широкого спектра знаний в различных областях: топологии, аналитической и фрактальной геометрии, программировании. Чтобы создать форму, архитектор должен думать не только о форме, но в первую очередь об алгоритме ее создания. Чтобы воплотить проект в жизнь, архитектор должен иметь глубокие познания в области современных строительных конструкций и материалов. На сегодняшний день специалистов такого уровня недостаточно, серьезной подготовкой занимаются лишь несколько архитектурных школ, расположенных в США, Великобритании, Дании, Нидерландах и ряде других стран. Это объясняется тем, что лишь немногие университеты и школы обладают ресурсами для подготовки архитекторов, специализирующихся в новом направлении.

Таким образом, мы рассмотрели ряд негативных факторов, препятствующих распространению влияния параметризма в мировой архитектуре. Как мне кажется, по-настоящему успешными справедливо считать те проекты, которые сложились не только с архитектурной точки зрения, но и с экономической, функционально-технологической и других. Для архитектуры гораздо важнее

решать на практике реальные задачи, используя современные методы и подходы. По моему мнению, спор на тему придания параметризму статуса отдельного стиля завершается выводом о том, что правильнее было бы считать его одним из направлений современной архитектурной практики, а также уникальным методом для создания сложных архитектурных форм.

Справедливо будет заметить, что параметризм по-прежнему является интересным и перспективным методом архитектурного проектирования, среди его плюсов можно выделить следующие: комплексный подход к проектированию, использование передовых технологий и ресурсов из разных областей знаний. Несмотря на многие проблемные факторы и противоречия, приведенные в данной статье, параметризм все же важная ступень в развитии архитектуры в целом. Многие идеи параметризма получили признание и воплощение уже сегодня, и наверняка будут развиваться в будущем.

Список литературы

1. Заха Хадид. Архитектура нового времени / ред. А. Дьяченко. 2019.
2. MAD [Электронный ресурс] : официальный сайт архитектурной компании. URL: <http://madarchitects.ru>.
3. Archi [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru>.
4. Patrik Schumacher. Parametricism // A New Global Style for Architecture and Urban Design, 2008 [Электронный ресурс]. URL: [www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism %20-%20A %20New %20Global %20Style %20for %20Architecture %20and %20Urban %20Design.html#_ednref2](http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20-%20A%20New%20Global%20Style%20for%20Architecture%20and%20Urban%20Design.html#_ednref2).
5. Барчугова Е. В. Параметризм как направление современной проектной деятельности. 2013.

ЗНАЧЕНИЕ МЕТАФОРЫ И АССОЦИИИ В СОВРЕМЕННОЙ УПАКОВКЕ

А.С. Милицина*

Научный руководитель Ж.Б. Ратегова
доцент

Сибирский федеральный университет

Когда промышленная революция спровоцировала колоссальные изменения в обрабатывающей промышленности, появилась потребность в определении формальных качеств производимых товаров. На этом этапе люди стали придавать большее значение термину «упаковка», начали задумываться о её составляющих. В 1820 г. в Германии была создана первая бумажная этикетка [1]. С этого момента упаковка стала содержать в себе не только информативную функцию, но и эстетическую.

В связи с ростом народного благосостояния увеличился объем и изменился характер спроса на потребительские товары. Требования к ассортименту и качеству значительно выросли. Люди готовы заплатить более высокую цену за продукты известных марок, однако только в том случае, если эти товары действительно имеют хорошее качество. Важную роль играет при этом упаковка, дизайн и удобство которой служат решающим фактором при покупке [2]. Возникает вопрос: на что стоит опираться дизайнеру данной отрасли и как привлечь внимание потребителя? В первую очередь рассмотрим три базовых качества, на которых строится успешный подход к созданию дизайна упаковки [3].

Семантика – это сочетание знако-образующих характеристик упаковки, смысловой и творческий посыл сообщения. К нему относятся рекламный текст и иллюстрация. Всё это должно быть уникальным, так как аудитория чутко реагирует на плагиат в дизайне упаковки. Этот аспект можно отнести к маркетинговым технологиям.

Синтактика напрямую связана с композиционным построением формы изделия: единство отдельных частей и целого, пропорциональность, тектоничность, масштабность, соответствию окружающей среде и т. п., то есть обеспечение чисто внешних свойств формы изделия и их отношений друг к другу. За это отвечает опыт и эстетические чувства дизайнера.

Прагматика ответственна за невербальную связь между изделием и потребителем. Невербальная связь действует в момент, когда человек еще не успел ознакомиться со всей информацией о продукте, но подсознательно что-то побуждает его обратить внимание именно на этот товар. Одним из способов достижения такого эффекта является применение при проектировании упаковки/этикетки метафоры или ассоциации.

Так мы получаем примерную формулу: маркетинговый посыл + впечатление + эстетика = привлекательная упаковка. Всё же это не математика, говоря

* © Милицина А.С., 2019

о средствах художественной выразительности, невозможно вычлени́ть конкретный рецепт по созданию упаковки. Это можно сравнить с музыкой, ведь каждая мелодия индивидуальна и никакой формулы по ее созданию нет. «Есть же ноты!» – скажете вы, но наличие нот не говорит о хорошей мелодии. В дизайне ноты – это цвет, графика, шрифт, пропорции, контраст и ещё множество других приёмов, в совокупности порождающих самое главное – образ, дарующий эмоцию. Говоря о метафоре и ассоциации в упаковке, можно заявить, что это некий гештальт, сложившийся из множества составляющих.

Ассоциация в упаковке начинает рождаться в момент, когда из одного образа возникает другой. Как, например, мышка ассоциируется с сыром, хотя далеко не все они его едят. Эти связи создаются личным опытом, национальной культурой и подсознательными реакциями. При выборе ассоциации дизайнеру стоит быть деликатным в создании идеи. Нужно максимально повысить вероятность положительного впечатления у другого человека, ведь одна из особенностей ассоциативного подхода состоит в неоднозначном восприятии информации людьми в силу субъективного характера ассоциаций: то, что у одних людей вызывает радостные воспоминания, у других может быть связано с негативным опытом [4].

Например, упаковка для успокаивающих капсул (рис. 1). В современном мире так много дел и так мало времени, поэтому всё больше людей нуждаются в средствах, которые помогут им успокоить нервную систему. У каждого человека есть свои причуды, для лёгкого абстрагирования от насущных тревог кто-то крутит спиннер, кто-то листает ленту Instagram и т. д. Ну а раньше вместо спиннера «лопали» целлофановые пузырьки, а родители настаивали не нарушать целостность пакетика. Эта упаковка говорит своему потребителю: «Пара минут в компании натуральных успокаивающих леденцов, расслабься и отвлекись от суеты всего лишь на минутку... хрусь-хрусь пузырь, прям как раньше» Так мы получаем из одной упаковки целый обряд для успокоения нервов взрослого человека. Минимум средств и максимум креатива, погружают потребителя, своего рода, в «микромедитацию».



Рис. 1. Упаковка для успокаивающих капсул

Спектр ассоциативных идей бесконечен, но нельзя обойти стороной и метафорические образы в упаковке, которые также могут производить неизгладимые впечатления. Метафора – перенесение свойств одного предмета или явления на другой по принципу их сходства, это всегда иносказательность, уход от буквальности. Поэтому профессионально спроектированная упаковка будет «продавать» не продукт как таковой, а некий образ этого продукта и те ощущения, которые он вызывает.

Например, упаковка для люминесцентной лампы, при проектировании которой дизайнеры использовали метафору: возможность озарить вечернюю комнату при помощи светлячков (рис. 2). Чем не повод умилиться, размышляя об уникальной способности, казалось бы, обычных насекомых светиться в темноте. Дизайнер решил сопоставить природное чудо с предметом рукотворным – лампочкой. Так получился метафорический образ, который обязательно найдет своего ценителя.



Рис. 2. Упаковка люминесцентных ламп

Примеры можно приводить бесконечно, и все они будут уникальными. Нельзя не заметить и колоссальные изменения в подходе к дизайну современной упаковки. Еще не так давно красивой упаковкой считалась та, что с пышной и сложной росписью. Сейчас же идея и образ являются основным «скелетом», а средства, которыми дизайнер будет её воплощать, – это «мясо», наращенное на него.

Использование метафоры и ассоциации даёт возможность рассмотреть продукт под иным углом, погрузиться в его суть. Главным коммуникационным рычагом в современном дизайне являются эмоции, которые становятся якорем внимания потребителя. Теперь красоту нужно наполнять смыслом, глубиной и эмоцией.

Список литературы

1. Ильина О. В. Дизайн-конструирование тары и упаковки : учеб. пособие. 2-е издание, испр. и доп. / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017. 48 с.
2. Гавриленко А. П., Толкунова Н. Н. Эстетика дизайна потребительской упаковки [Текст] // Пищевая промышленность : сб. статей. 2008. № 6. С. 26–27.
3. Искра И. С. Развитие творческой активности студентов-дизайнеров вузов в процессе проектирования : автореф. дис. ... канд. пед. наук / Искра Ирина Сергеевна ; Моск. гос. гуманитар. ун-т им. М.А. Шолохова. М., 2014. 22 с.
4. Красностанова М. В., Барциц Э. Р. Ассоциативный подход в дизайне продукта // Мир экономики и управления. Новосибирск, 2018. Т. 18. № 1. С. 140–158.

**Инновационные
технологии систем жизнеобеспечения**

РЕАГЕНТНОЕ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Д.Д. Добровольская, Е.А. Кузьминых*

Научный руководитель Т.А. Курилина
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Вопрос охраны природы в нашей стране имеет важное социальное и экономическое значение. В Конституции РФ записано: «В интересах настоящего и будущих поколений в РФ принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и её недр, растительного и животного мира, сохранение в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды». Одними из наиболее токсичных загрязняющих веществ являются тяжелые металлы, попадающие в окружающую природную среду в виде отходов от гальванического производства. Предельно допустимые концентрации ионов металлов очень низкие, требования, которые предъявляются к очистке промышленных стоков, достаточно жесткие, поэтому увеличение степени очистки производственных сточных вод является одной из главных задач на большинстве промышленных предприятий [1].

К числу новых перспективных реагентов относится запатентованный продукт на основе жидкого полииокарбоната натрия (ПТКNa) AMERSEP MP7.

Для обоснования основных технологических параметров процесса очистки стоков, содержащих ионы меди, никеля и цинка, было проведено планирование эксперимента по методу Брандона [2]. Для составления экспериментального плана были выявлены основные факторы, влияющие на исследуемый процесс и характеризующие его выходные параметры: x_1 – доза реагента AMERSEP MP7, мг/дм³; x_2 – величина pH , x_3 – температура стоков, °С, в одном случае и в другом случае доза гидроксида кальция 0,1 мг/дм³. В качестве функций отклика: y_1 – остаточной концентрации ионов меди Cu^{2+} ; y_2 – остаточной концентрации ионов никеля Ni^{2+} ; y_3 – остаточной концентрации ионов цинка Zn^{2+} ; y_4 – объем осадка, %. Постоянными факторами являлись усредненные концентрации ионов тяжелых металлов: $C_{исх.}^{Cu^{2+}} = 60$ мг/дм³, $C_{исх.}^{Ni^{2+}} = 10$ мг/дм³, $C_{исх.}^{Zn^{2+}} = 20$ мг/дм³ (табл. 1).

Метод расчета сводится к следующему:

- по точкам выбираются величины $y_0, x_1, x_2, \dots, x_n$ строится поле корреляции и эмпирическая линия регрессии $y_0 - x$. Определяются минимальные зависимости;
- сравнивалась выборка новой величины:

* © Добровольская Д.Д., Кузьминых Е.А., 2019

$$y_1 = \frac{y}{f_1(x_1)}, \quad (1)$$

которая уже не зависит от x_1 и определяется параметрами $x_2, x_3, x_4 \dots x_{n-1}$. По точкам первой выборки величины y_1 и y_2 строилось корреляционное поле и регрессионная линия, характеризующая зависимость y_1 и x_0 ;

- процесс продолжался до получения выборки величины:

$$y_n = \frac{y_{n-1}}{f_n(x_n)} = \frac{y_{n-1}}{f_n(x_1) \cdot f_2(x_2) \cdot \dots \cdot f_n(x_n)}, \quad (2)$$

Таблица

Данные экспериментальных исследований реагентной обработки по методу Брандона

№	Доза реагента, мг/дм ³ X_1	Величина pH X_2	Температура стоков, °C X_3	Остаточная концентрация Cu^{2+} , мг/дм ³ Y_1	Остаточная концентрация Ni^{2+} , мг/дм ³ Y_2	Остаточная концентрация Zn^{2+} , мг/дм ³ Y_3
1	0,080	6,5	30	2,330	2,870	3,140
2	0,105	8,5	30	1,810	2,320	2,960
3	0,110	9,0	30	1,073	1,091	2,078
4	0,130	8,0	35	0,178	1,258	0,265
5	0,150	9,0	35	0,121	1,157	0,193
6	0,175	12,0	35	0,074	0,550	0,038
7	0,210	10,0	40	0,037	0,028	0,037
8	0,263	10,0	40	0,039	0,033	0,041
9	0,280	9,0	40	0,083	0,071	0,089
10	0,320	8,0	30	0,108	0,107	0,111
11	0,40	8,0	35	1,103	2,069	1,113
12	0,530	9,0	40	1,167	2,432	2,475
13	0,610	9,0	35	2,003	2,926	2,335

Коэффициент корреляции существенно отличающийся от ± 1 , характеризует слишком большую долю случайности и слишком большую долю криволинейности связи между случайными величинами. О наличии или отсутствии корреляции между двумя случайными величинами качественно можно судить по виду поля корреляции (рисунок).

По данным экспериментальных исследований были найдены уравнения регрессии и построены эмпирические линии регрессии. Анализ полученных уравнений регрессии при варьировании параметров показал, что на остаточную концентрацию ионов меди, никеля и цинка, а также на объем образующегося осадка в большей степени оказывает влияние доза реагента.

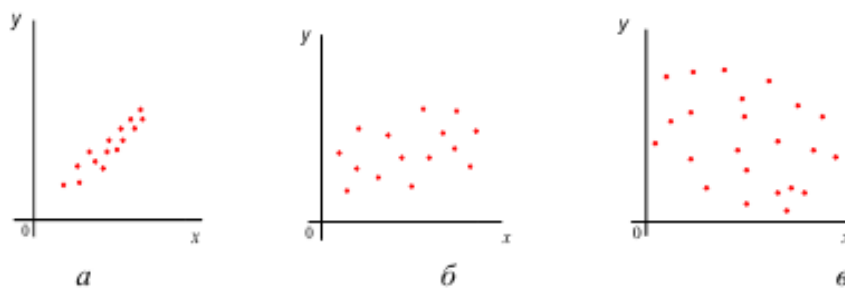


Рис. Поля корреляции случайной величины:
a – сильная положительная корреляция между x и y ; *б* – слабая корреляция;
в – корреляции нет

Конечной целью моделирования химико-технологического процесса является его оптимизация [3], позволяющая регулировать процесс обезвреживания данных сточных вод в оптимальных условиях и учитывать технико-экономические показатели.

Список литературы

1. Бек Р. Ю. Воздействие гальванотехнических производств на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба: аналитический обзор / АН СССР. Сиб. отд-ние. Ин-т химии твердого тела и переработки минерального сырья; ГПНТБ. Новосибирск, 1991. С. 96.
2. Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии : учеб. пособие. Киев : Вища школа, 1980. С. 264.
3. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. М. : Химия, 1985. С. 448.

АНАЛИЗ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Д.А. Калабин*

Научный руководитель Ю.Л. Липовка
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Одним из решений поддержания стабильного гидравлического режима тепловых сетей является установка автоматических регуляторов перепада давления на трубопроводах теплоснабжения. С целью проверки данного решения мною были проведены натурные замеры режимов работы тепловой сети. Для проведения натурных замеров был выбран участок тепловой сети, подключённые потребители № 1–4 которой имеют неравномерную оснащённость средствами автоматики (рис. 1). Потребители 1 и 4 оснащены автоматическими регуляторами перепада давления на вводе ИТП причём, потребитель № 1 оснащён автоматическими регуляторами перепада давления на врезках в ИТП к отдельным системам теплоснабжения [1].

У потребителей № 2, 3 для снижения располагаемого перепада давлений на вводе установлены дросселирующие диафрагмы.

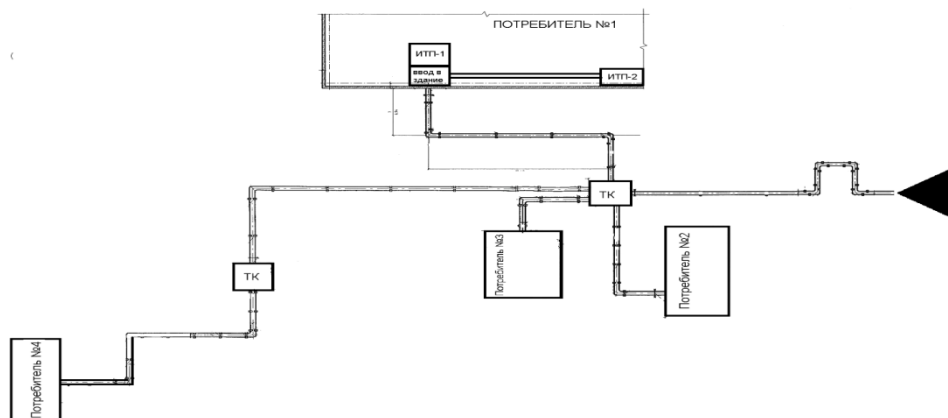


Рис. 1. Участок тепловой сети, на котором производились натурные замеры

Результаты замеров представлены на рис. 2, 3. На графиках (рис. 2–4) можно выделить две принципиально различные области измерений.

I. Область между измерениями 1–6 и 8–9. Данную область можно охарактеризовать как штатный режим работы системы центрального теплоснабжения.

II. Область между измерениями 6–8 – нештатный режим работы тепловой сети.

* © Калабин Д.А., 2019

В области I происходит плавное изменение располагаемого перепада давлений на вводе тепловой сети и в индивидуальных тепловых пунктах потребителей № 2, 3, оборудованных дросселирующими диафрагмами. Располагаемый перепад давлений в ИТП потребителей 1 и 4 не реагирует на изменение перепада давлений на вводе тепловой сети, а лишь изменяется в пределах настройки автоматического регулятора перепада давлений.

Область II характеризуется нештатной работой системы централизованного теплоснабжения, здесь происходит резкое падение (с 30 до 14 м. вод. ст.) располагаемого перепада давлений на вводе тепловой сети.

Из графиков на рис. 2 видно, что потребитель № 4, оборудованный автоматическим регулятором перепада давлений в ИТП, не отреагировал на изменения на вводе тепловой сети, располагаемый перепад давлений в ИТП потребителя № 4 остался в пределах проектной настройки (6 м. вод. ст.).

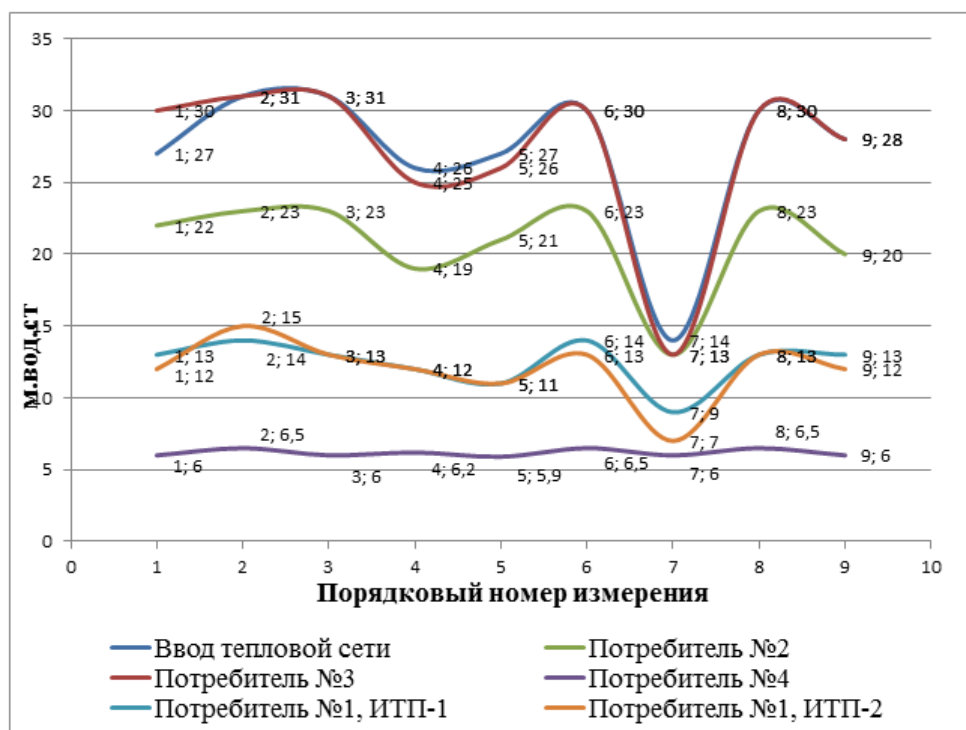


Рис. 2. Перепад давлений во внутренних системах теплоснабжения потребителей

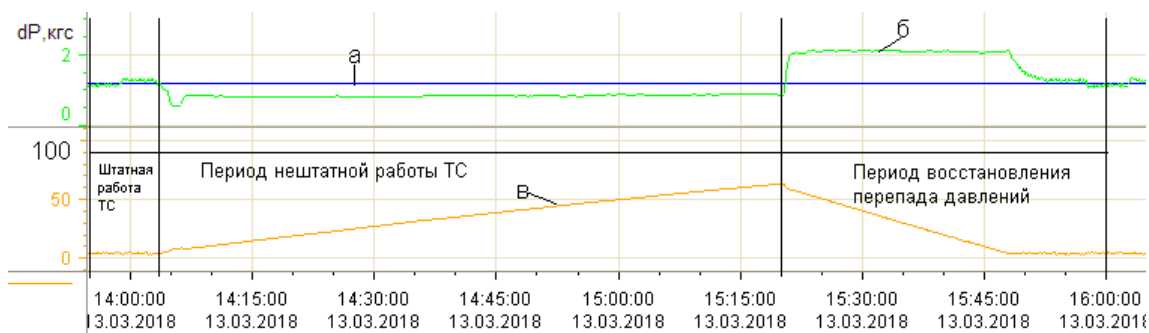


Рис. 3. Работа автоматического регулятора перепада давления в ИТП-1 потребителя № 1: а – уставка по перепаду давлений; б – кривая изменения перепада давлений на вводе в ИТП; в – кривая работы автоматического регулятора

Расход теплоносителя во внутренних системах теплоснабжения у потребителя № 4 не изменился, что свидетельствует о надёжности работы внутренних систем теплоснабжения даже в условиях не штатной работы тепловой сети (рис. 4).

Располагаемый перепад потребителей № 2, 3, оборудованных дроссельными шайбами в области измерений II (рис. 2), резко снижается вслед за изменениями на вводе ТС.

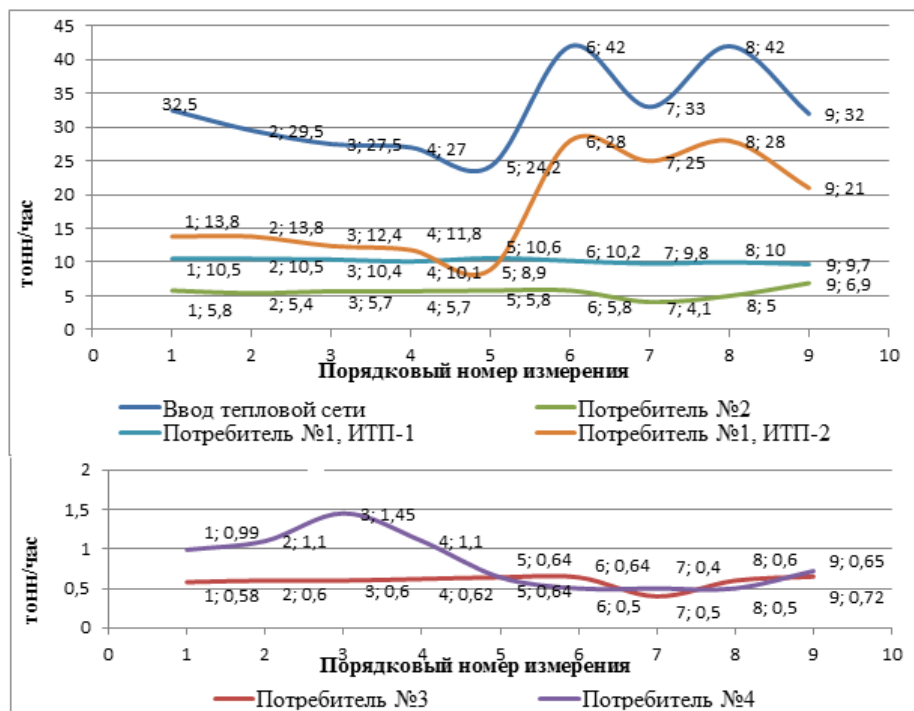


Рис. 4. Расход теплоносителя во внутренних системах теплоснабжения потребителей

Данный факт привёл к значительному снижению расхода теплоносителя у потребителя № 2 (на 29,3 %) и потребителя № 3 (на 37,5 %) (рис. 4), что в перспективе длительной нештатной работы тепловой сети существенно повлияет на температурный режим внутри зданий. Располагаемый перепад давлений в ИТП-1 и ИТП-2 потребителя № 1 в области измерений II снижается вслед за изменениями на вводе тепловой сети. Однако значительного изменения расхода теплоносителя во внутренних системах теплоснабжения потребителя № 1 не происходит (рис. 4), вследствие открытия автоматических регуляторов перепада давления (рис. 3) на вводе и на врезках в ИТП к отдельным системам теплоснабжения (отопление, ГВС, теплоснабжение калориферов приточных вентиляционных систем). Для ИТП-1 изменение расхода теплоносителя составило 3,92 %, для ИТП-2 – 10,7 %. Данное снижение расхода теплоносителя существенно не повлияло на температурный режим здания[4].

Список литературы

1. Липовка Ю. Л., Калабин Д. А. Гидравлическая устойчивость в условиях неравномерной автоматизации систем теплоснабжения // Энергосбережение и водоподготовка. 2018. № 3(113). С. 19–24.
2. Lipovka A. J., Lipovka Y. L. Application of «Gradient» Algorithm to Modeling Thermal Pipeline Networks with Pumping Stations // Journal of Siberian Federal University. 1 Engineering & Technologies. 2013. № 6. С. 28–35.
3. Lipovka A. J. , Lipovka Y. L. Determining Hydraulic Friction Factor for Pipeline Systems // Journal of Siberian Federal University. 1 Engineering & Technologies. 2014. № 1. С. 62–82.
4. Липовка Ю. Л., Панфилов В. И., Липовка А. Ю., Тучин А. В. Математическое моделирование потокораспределения на тепловых пунктах // Энергосбережение и водоподготовка. 2008. № 3. С. 65–67.

ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОМ И ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИЕЙ АСИММЕТРИЧНЫМ ТОКОМ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ЭМУЛЬГИРОВАННЫЕ НЕФТЕПРОДУКТЫ

С.Г. Третьяков*

Научный руководитель Т.И. Халтурина
кандидат химических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

На предприятиях металлообработки в технологических процессах применяются смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) для эффективной эксплуатации металлорежущего оборудования [1]. Отработанные водосмешиваемые эмульсионные СОЖ образуют сточные воды, содержащие эмульгированные нефтепродукты, которые представляют сложную проблему обезвреживания [2, 3]. Известно [4], что для стабильных МЭС выбор метода и схемы очистных сооружений предопределяет различный подход от состава, концентрации тонкодисперсных коллоидных и растворённых примесей, требований к качеству очищенной воды при учёте региональных условий. Из литературных источников [5–8] известно, что рациональным методом обезвреживания сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты, является электрохимическая технология.

Авторами [5] установлено, что использование асимметричного тока способствует эффективному растворению анода за счёт разрушения поляризационной масляной плёнки. Стабильность процесса обеспечивает обработку нефтесодержащих сточных вод электрокоагуляцией асимметричным током. В работе [6], зная концентрацию эмульгированных нефтепродуктов, можно подобрать режимы асимметричного тока, изменяя периоды, длительность обработки током и амплитуды импульсов.

Объектом исследования служили модельные нефтесодержащие сточные воды. Комбинированную обработку проводили в статических условиях с использованием Al-электродов при продолжительности электрокоагуляционной обработки 180 с. Режимы были приняты аналогично указанных в работе [6]: $I_{пр} = 0,8$ А, $T_{пр} = 60$ с, $I_{обр} = 1,6$ А, $T_{обр} = 30$ с. Эффективность очистки комбинированной обработки нефтесодержащих стоков, с применением различных режимов ультразвука, представлены в табл. 1.

Для определения и обоснования основных технологических параметров процесса озвучивания сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты, было проведено ротатбельное планирование эксперимента по методу Бокса-Хантера [12, 13].

В качестве факторов, от которых зависит процесс ультразвукового воздействия, были приняты следующие:

X_1 – исходная концентрация нефтепродуктов в стоках, мг/дм³;

* © Третьяков С.Г., 2019

X_2 – время озвучивания УЗ, мин.;

X_3 – мощность УЗ, %.

В качестве оценочных критериев являлись:

Y_1 – остаточная концентрация нефтепродуктов в обработанной воде, мг/дм³;

Y_2 – объем осадка, %.

Таблица 1

Эффективность очистки комбинированной обработки при использовании различных режимов ультразвука

№	Снп., мг/дм ³	$T_{\text{озв}}$, мин.	$P_{\text{озв}}$, %	Снп., мг/дм ³	Э, %
1	200	1,5	90	0,11	99,94
2	300	1,16	80	0,07	99,97
3	300	2	80	>0,05	99,98
4	300	2	80	0,11	99,96
5	400	1,5	90	0,08	99,98
6	400	1,5	70	0,18	99,95

В эксперименте проводили озвучивание на приборе УЗВ-2,8 ТТЦ (мощность генератора, 100 Вт, рабочая частота – 35 000 Гц) и последующую электрокоагуляцию на модели электролизера, выполненного на 3D-принтере из ПВХ пластика, рабочим объемом 400 дм³ с плоскими алюминиевыми электродами, а расстояние между электродами 10 мм, рабочая поверхность которых 4,9 дм², при времени обработки составлявшего 3 мин. Определение концентрации нефтепродуктов определяли с использованием концентратомера КН-2, принцип действия которого, основан на спектрафотометрическом определении уровня поглощения нефтепродуктов в инфракрасном спектре.

Факторы, интервал и уровни варьирования были приняты на основании данных предварительных экспериментов и приведены в табл. 2.

Таблица 2

Факторы, интервал и уровни варьирования

Фактор	Интервал	Уровни варьирования				
		+1,68	+1	0	-1	-1,68
X_1	100	468	400	300	200	129
X_2	0,5	2,84	2,5	2	1,5	1,16
X_3	10	100	90	80	70	60

В ходе математической обработки данных были получены:

– уравнение регрессии относительно остаточной концентрации нефтепродуктов:

$$Y_1=141.3-0.172X_1-0.5X_2-2.86X_3+0.0114X_1X_2+ \\ +0.0005X_1X_3+0.117X_2X_3+0.0002X_1^2--2.898X_2^2+0.014X_3^2 ; \quad (1)$$

– уравнение регрессии относительно объема осадка:

$$Y_2=6,116+0.033X_1-12.897X_2+0.115X_3+0.000049X_1X_2-0.00042X_1X_3+ \\ +0.001X_2X_3-0.0000046X_1^2+3.32X_2^2+0.00017X_3^2 . \quad (2)$$

Статистическая значимость отдельных параметров регрессии модели оценивалась при помощи критерия Стьюдента [12, 13]. Из анализа уравнения регрессии следует, что при воздействии ультразвука и электрокоагуляции сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты, на их остаточную концентрацию в большей мере влияет мощность ультразвука и время озвучивания, в меньшей степени сказывается исходная концентрация нефтепродуктов. На объем осадка значительное влияние оказывает время озвучивания и несколько в меньшей степени мощность ультразвукового воздействия и исходная концентрация нефтепродуктов. Уравнения регрессии получены методом наименьших квадратов, программно реализованным на Python 3.6, и построены регулировочные диаграммы в виде графиков линии уровня. По полученным графикам определяются оптимальные режимы воздействия ультразвука в местах пересечения поверхностей, с наименьшими выходными параметрами: остаточной концентрации нефтепродуктов и объема осадка.

Выводы

Увеличен эффект очистки нефтесодержащих сточных вод при использовании комбинированной обработки ультразвуком и последующей электрокоагуляцией.

Получены математические модели с помощью планирования эксперимента по методу Бокса – Хантера для оптимизации в программе MathCAD и построения регулировочных диаграмм для рациональных режимов процесса ультразвуковой обработки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты.

Список литературы

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. М. : Машиностроение, 1995. 496 с.
2. Пазенко Т. Я., Халтурина Т. И., Колова А. Ф., Рубайло И. С. Электрокоагуляционная обработка нефтесодержащих сточных вод // Прикладная химия. 1985. Т. 58. № 11. С. 2567–2571.
3. Халтурина Т. И., Пазенко Т. Я. Исследование технологических процессов электрообработки маслоэмульсионных сточных вод // Прикладная химия. 1981. Т. 54. № 5. С. 407–410.
4. Руденко Т. М. Разработка эффективной технологии очистки сточных вод, содержащих нефтепродукты : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск : Изд-во НГАСУ, 2008.

5. Халтурина Т. И., Пазенко Т. Я., Зограф Т. М., Стафейчук Л. В., Александров А. А. Электрообработка масло эмульсионных сточных вод асимметричным током // Прикладная химия. 1984. Т. 57. № 10. С. 2380–2382.
6. Халтурина Т. И., Руденко Т. М., Чурбакова О. В. Исследование технологии электрохимической обработки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты // Известия вузов. Строительство. 2008. № 8. С. 56–60.
7. Халтурина Т. И., Чурбакова О. В. К вопросу электрокоагуляции очистки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты // Вестник КрасГАУ. 2016. № 5. С. 91–99.
8. Халтурина Т. И., Козлова С. А., Чурбакова О. В., Третьяков С. Г. Оптимизация технологического процесса электрокоагуляционной обработки сточных вод, содержащих эмульгированные нефтепродукты // Вестник КрасГАУ. 2017. № 5. С. 51–58.
9. Кошелева М. К., Булеков А. П., Кереметин П. П., Чубаева Ю. А., Мулкаев М. С., Викслер Г. Б. Оценка эффективности ультразвуковой обработки реагента при очистке сточных вод от органических загрязнений // Технология текстильной промышленности. 2011. № 5. С. 125–129.
10. Василяк Л. М. Применение ультразвука в системах для обеззараживания воды // Электронная обработка материалов. 2010. № 5. С. 106–111.
11. Ахмедова О. О., Сошинов А. Г., Степанов С. Ф. Устройство очистки сточных вод комплексом электрофизических методов воздействия // Известия Самарского научного центра российской академии наук. 2009. Т. 11. № 5(2). С. 250–253.
12. Батрак А. П. Планирование и организация эксперимента : учеб. пособие. Красноярск : ИПЦ СФУ. 2010. 60 с.
13. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М. : Высшая школа, 1978. С. 99–114.

Интеллектуальная энергетика

О ВЫХОДЕ ПОТРЕБИТЕЛЯ НА ОПТОВЫЙ РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И МОЩНОСТИ

Д.О. Болдырев*

Научный руководитель Е.В. Платонова
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

На любом предприятии, желающем оставаться конкурентоспособным в условиях современного рынка, рано или поздно встает вопрос о сокращении расходов, связанных с приобретением энергоресурсов. Одним из эффективных организационных мероприятий по снижению затрат является покупка электроэнергии на оптовом рынке электроэнергии и мощности (НОРЭМ).

Эффективность и целесообразность выхода крупного потребителя на НОРЭМ рассмотрим на примере одного из предприятий цветной металлургии Республики Хакасия ООО «Сорский ГОК». Для этого потребителя путем сравнения выберем наилучшую ценовую категорию по оплате электроэнергии, которая формирует стоимость оплаты в определенный промежуток времени (например, в месяц). Ценовые категории, являясь тарифными условиями для потребителя, определяются государством и различаются условиями применения тарифа на услуги по передаче электроэнергии и принципами расчета стоимости электрической энергии. Оплату на розничном рынке сравним с оплатой при покупке электроэнергии непосредственно на НОРЭМ. Расчет стоимости электроэнергии проведем для двух случаев: для пиковой суточной нагрузки и для месячной нагрузки.

График суточной нагрузки предприятия на 21.06.2017 приведен на рис. 1, на 21.06.2018 – на рис. 2.

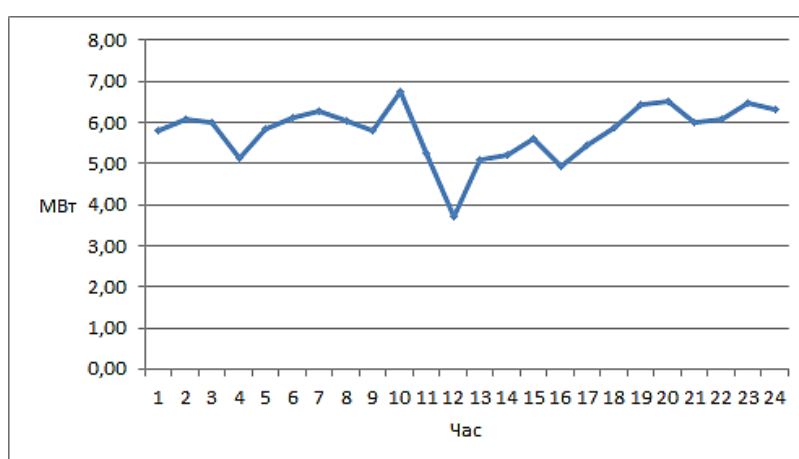


Рис. 1. Суточная нагрузка за 21.06.2017 (время московское)

* © Болдырев Д.О., 2019

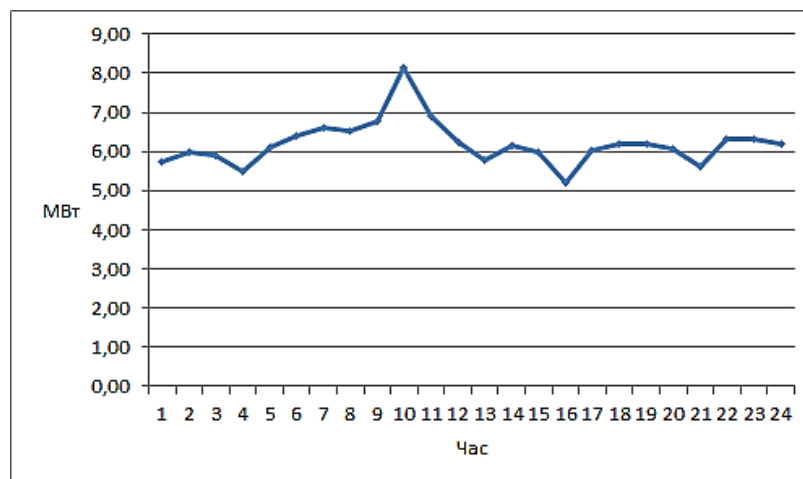


Рис. 2. Суточная нагрузка за 21.06.2018 (время московское)

Из графиков видно, что пиковая нагрузка в 10:00 по московскому времени (или 14:00 по местному времени). За этот час определим стоимость потребленной электроэнергии. Результаты расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Расчет стоимости потребления электроэнергии
в час максимума нагрузки предприятия**

Год	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Ценовая категория	3-я		4-я		5-я		6-я		НОРЭМ	
Тариф, руб./МВт*ч	1,633	1,616	1,014	0,932	1,589	1,586	0,958	0,864	1,359	1,077
Потребление в час, МВт*ч	6,73	8,16	6,73	8,16	6,73	8,16	6,73	8,16	6,73	8,16
Стоимость оплаты, тыс. руб.	10,99	13,19	6,83	7,61	10,69	12,94	6,45	7,05	9,33	8,79

Анализ результатов из табл. 1 показывает, что стоимость оплаты электроэнергии будет значительно меньше при расчетах по 4-й или 6-й ценовым категориям. Стоимость оплаты электроэнергии по прямому договору с НОРЭМ существенно меньше, чем стоимость оплаты электроэнергии при расчетах по 3-й или 5-й ценовым категориям.

На основании данных о месячном потреблении электроэнергии проведем расчет оплаты электроэнергии за январь 2018 г. Результаты расчета приведены в табл. 2.

На рис. 3 приведена сравнительная диаграмма стоимости оплаты электроэнергии по разным ценовым категориям. Анализ результатов из табл. 2 и рис. 3 показывает, что стоимость оплаты электроэнергии будет наименьшей при расчетах по 3-й или 4-й ценовым категориям. Стоимость оплаты электроэнергии по прямому договору с НОРЭМ будет самой большой, что свидетельствует о нецелесообразности выхода на оптовый рынок для предприятия с таким графиком нагрузки.

Расчет оплаты потребления электроэнергии за январь 2018 г.

Ценовая категория	Тариф, руб./кВт·ч	Потребление в месяц, кВт·ч	Стоимость оплаты, тыс. руб.
3-я	2,05	6 026 190	12 353,689
4-я	2,15	6 026 190	12 956,308
5-я	2,16	6 026 190	13 016,570
6-я	2,24	6 026 190	13 498,665
НОРЭМ	2,41	6 026 190	14 523,117

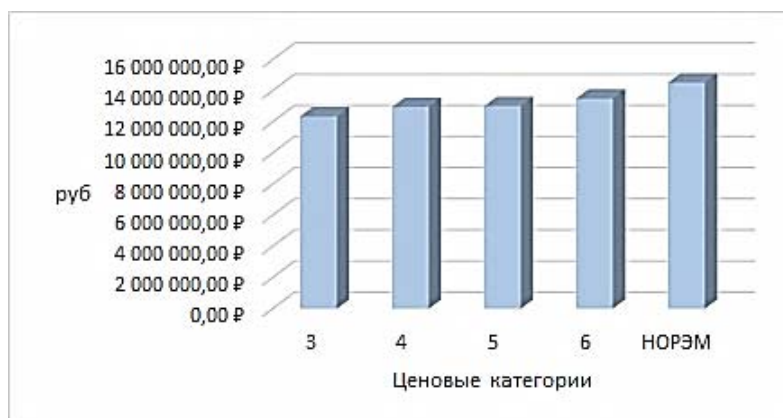


Рис. 3. Сравнительная стоимость оплаты электроэнергии за месяц

Следует отметить, что максимальная мощность предприятия превышает 670 кВт, поэтому оно имеет право выбирать только между 3-й или 6-й ценовыми категориями НОРЭМ. Расчеты показали, что выгодней покупать по 3-й ценовой категории. Разница по отношению к самой дорогой по оплате оптовой цене составит 2169,428 тыс. руб. без НДС в месяц, или 2 603,314 тыс. руб. с НДС.

Список литературы

1. Все об оптовом и розничном рынке электроэнергии : сайт. URL: <https://en-mart.com>.
2. Администратор торговой системы : сайт. URL: <https://www.atsenergo.ru>.
3. АО «Хакасэнергосбыт» : сайт. URL: <https://www.khakensb.ru>.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТП

А.Д. Дурасова*

Научный руководитель А.В. Коловский
кандидат технических наук, доцент

Хакасский технический институт – филиал СФУ

В работе предоставлен анализ технических потерь в сельских сетях для двух вариантов сети: при использовании двух ТП и при использовании индивидуальных ТП.

Для сетевых компаний России одной из первостепенных задач является задача снижения технологических потерь электрической энергии [1]. В распределительных сетях они складываются из потерь в линиях электропередачи высшего и низшего напряжений, потерь в трансформаторах и потерь в дополнительном электрооборудовании [2].

В дополнительном электрооборудовании доля потерь крайне мала по сравнению с основными потерями. Часто в сельских распределительных сетях значительную долю потерь составляют потери в линиях электропередачи напряжением ниже 1 000 В. Так как бытовые потребители являются однофазными, то в сетях ниже 1 000 В наблюдается высокий коэффициент несимметрии токов [3]. Это приводит к дополнительным потерям электроэнергии вследствие протекания токов небаланса по нулевому проводу.

Одним из возможных путей снижения потерь в сельских сетях является применение столбовых трансформаторных подстанций для каждого потребителя (дома) и выполнение распределительной сети на напряжение 10 кВ. Такая конфигурация сети позволит снизить потери электроэнергии в линиях электропередачи за счет снижения тока, протекающего по линиям и отсутствия добавочных потерь, вызванных несимметрией нагрузки.

Таким образом, целью данной работы является анализ структуры потерь на примере нового жилого района в с. М. Минуса. Жилой район содержит 102 частных дома с установочной мощностью 14 кВт.

Структура потерь в сети рассмотрена для двух вариантов сети: с двумя трансформаторами ТМГ-630-10/04 и схема с 34 столбовыми трансформаторными подстанциями мощностью 16 кВА и 32 – мощностью 25 кВА.

Расчет потерь электроэнергии проводился согласно [4], так как район новый и строящийся, в настоящее время нет данных по потерям напряжения и фактическим токам в линиях. Недостающие данные определялись расчетным путем. В результате расчетов была получена структура потерь для двух вариантов сети (рис. 1).

* © Дурасова А.Д., 2019

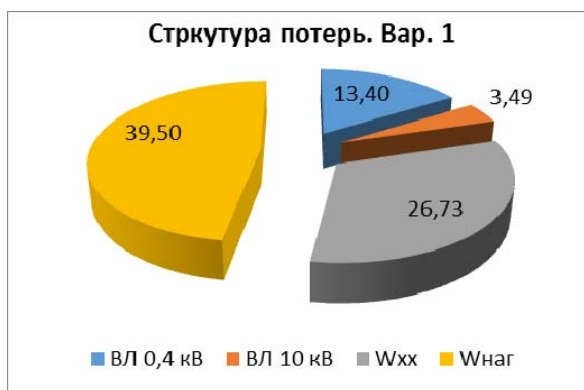


Схема с двумя трансформаторами



Схема с индивидуальными трансформаторами

Рис. 1. Структура потерь электроэнергии в сетях

Из структуры потерь видно, что при применении индивидуальных трансформаторных подстанций значительно снижается доля потерь в линиях электропередачи за счет отсутствия потерь в сети 0,4 кВ. Однако значительно увеличивается доля потерь холостого хода трансформаторов. Это вызвано следующими факторами: повышение суммарной мощности трансформаторов и более высокое отношение мощности холостого хода к номинальной в трансформаторах малой мощности.

Структура потерь в элементах сети, приведенных к полезному отпуску энергии в сеть, изображена на рис. 2. При анализе структуры потерь можно сделать следующие выводы:

- применение столбовых подстанций позволит существенно снизить нагрузочные потери: потери в линиях и переменные потери в обмотках трансформатора;
- применение столбовых подстанций более чем в два раза повысит потери холостого хода в трансформаторах (вследствие их меньшей загруженности);
- суммарные потери в обоих вариантах сети оказались соизмеримы.

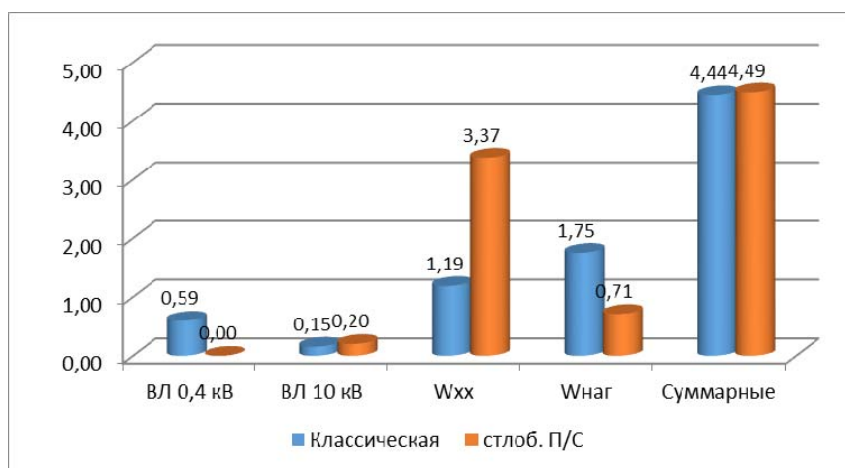


Рис. 2. Структура потерь, приведенных к полезному отпуску энергии в сеть

Так как рассмотренный район новый и при проектировании были выбраны СИП сечением не менее 50 мм^2 и с сечением нулевого провода более сечения фазного, то потери в линиях составили менее 1 % от полезного отпуска электроэнергии.

При возможном дальнейшем развитии сети и подключении новых потребителей в обоих вариантах вырастут и нагрузочные потери. Во втором варианте они составляют малую долю и, вероятно, суммарные потери в нем могут оказаться значительно ниже, чем в первом варианте.

В исследованиях несимметрия нагрузок по фазам не превышала 15 %, однако при эксплуатации сельских сетей она зачастую значительно выше указанной. В дальнейших исследованиях предполагается рассмотреть структуру потерь при изменении коэффициента несимметрии токов и формы графиков нагрузки.

Список литературы

1. Фурсанов М. И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. Минск : Белэнергосбережение, 2005. 207 с.
2. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии : руководство для практических расчетов. М. : ЭНАС, 2009. 456 с.
3. Косоухов Ф. Д., Наумов И. В. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях. Иркутск, 2003. 260 с.
4. Методические рекомендации по определению потерь электрической энергии в городских электрических сетях напряжением 10(6) – 0,4 кВ.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ КОММЕРЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Малыгина*

Научный руководитель Н.В. Дулесова
кандидат экономических наук

Хакасский технический институт – филиал СФУ

Коммерческие потери электроэнергии – важнейший показатель экономичности работы электрических сетей, наглядный показатель состояния системы учета потребления электроэнергии, эффективности электросетевых организаций.

Коммерческие потери невозможно рассчитать и замерить приборами, они определяются как разность между фактическими и плановыми показателями потерь электроэнергии. Затраты, связанные с оплатой, не компенсируются тарифным регулированием, но, согласно действующему законодательству, сетевые организации обязаны оплачивать фактические потери электроэнергии, возникшие в принадлежащих им объектах сетевого хозяйства. Сетевые организации в большей степени заинтересованы в максимально точном учете электроэнергии, так как коммерческие потери являются прямым финансовым убытком сетевых компаний [1].

Поэтому снижение коммерческих потерь электрической энергии – один из путей и реальных источников поступления денежных средств, направляемых на развитие электрических сетей, повышение надежности и качества электроснабжения потребителей.

Нами были применены такие методы комплексного исследования коммерческих потерь в электрических сетях, как анализ динамики реализации электрической энергии с разделением ее на отпуск электроэнергии в сеть и отпуск потребителям, сопоставление динамики фактических потерь и нормативных потерь с динамикой отпуска электроэнергии в сеть, анализ и оценка структуры коммерческих потерь в динамике, выявление причин повышенных коммерческих потерь с детальным анализом.

Величина коммерческих потерь электроэнергии зависит от значений других структурных показателей баланса электроэнергии.

Для того чтобы узнать объем коммерческих потерь электроэнергии за определенный период, необходимо сначала составить баланс электроэнергии рассматриваемого участка электрической сети, определить фактические потери и рассчитать все составляющие технологических потерь электроэнергии [2].

Дальнейший анализ потерь электроэнергии помогает локализовать их участки и выявить причины их возникновения для последующей выработки мероприятий по их снижению.

* © Малыгина А.В., 2019

Если построить графики фактического отпуска электрической энергии в сеть и фактических потерь, а также их плановые величины, в течение шести лет, можно заметить, что с 2014 г. фактический отпуск в сеть превышает запланированный как следствие ежегодного превышения фактических потерь электроэнергии над плановыми. Полученный график представлен на рис. 1.

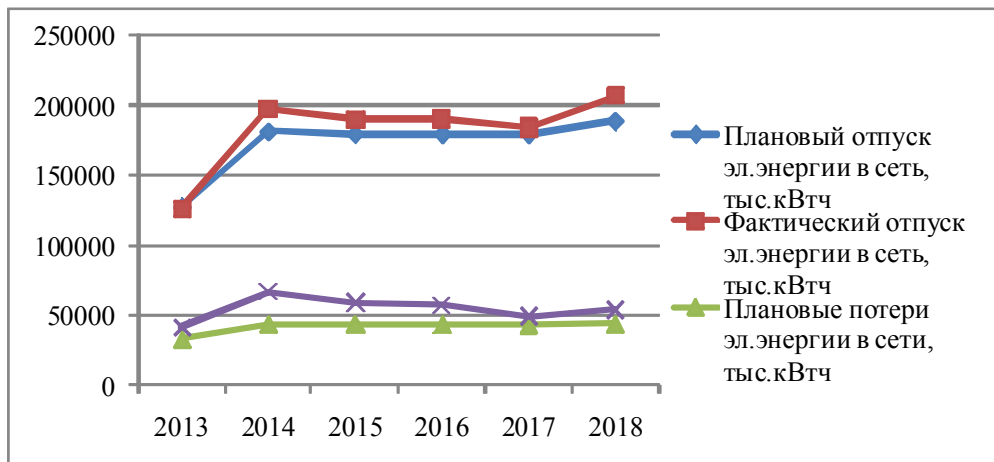


Рис. 1. Анализ основных показателей деятельности предприятия за 2013–2018 гг.

Несмотря на то, что ежегодно фактические потери в сетях районной электрической сети превышают запланированную величину, с 2014 г. наблюдается тенденция по снижению величины фактических потерь. Отклонение потерь электрической энергии от нормы за четыре года снизилось на 6,65 % и на конец 2018 г. составило 26 % от фактического отпуска электроэнергии в сеть, что говорит об эффективности работы электрической сети.

Для анализа коммерческих потерь в районных электрических сетях выделим пять подстанций, питающих наибольшую часть потребителей, остальных отнесем к «прочим населенным пунктам». Результаты анализа отклонения фактических потерь от плановых за период 2013–2018 гг. представлены на рис. 2.

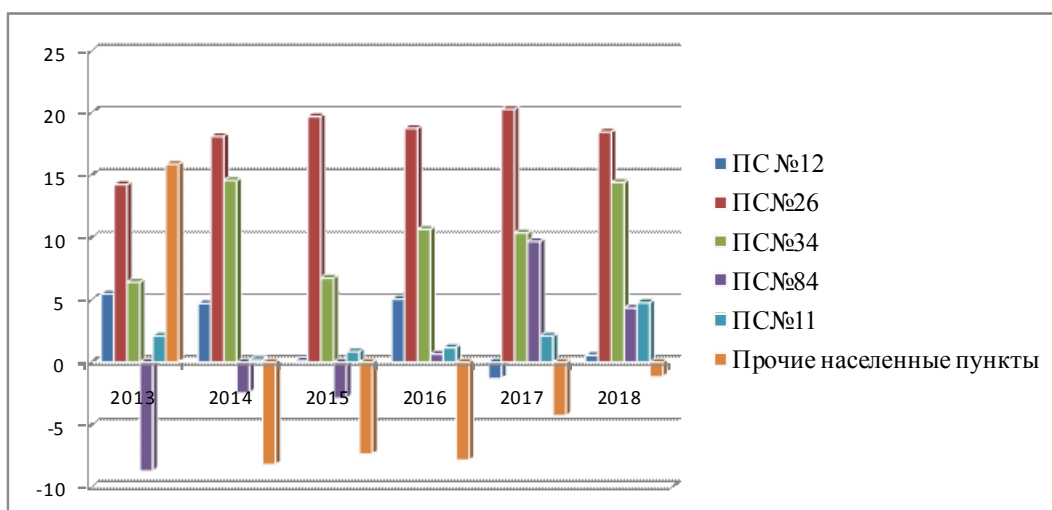


Рис. 2. Отклонение фактических потерь от плановых за 2013–2018 гг.

Если анализировать фактические и плановые потери и процент их отклонения ежемесячно за указанный период, то можно сделать вывод, что величина недоучета электроэнергии преобладает в зимний период.

Это может быть связано с увеличением нагрузки в холодное время года и, как следствие, хищением электрической энергии, преимущественно у бытовых потребителей.

Рассмотрим возможность применения теории информации при сопоставлении плановых и фактических величин электропотребления [3].

Для этого воспользуемся формулой Кульбака – Лейблера и определим дивергенции или расхождения за период с 2013 по 2018 г.:

$$D_p(q) = \sum_{i=1}^n p_i(x) \log_2 \frac{p_i(x)}{q_i(y)}, \text{ бит.}, \quad (1)$$

где

– для фактических показателей:

$$p_i(x) = \frac{x_i}{\sum x} \quad (2)$$

– для плановых показателей:

$$q_i(y) = \frac{y_i}{\sum y}, \quad (3)$$

где знак суммы означает суммарную величину показателя.

Представим результат сопоставления плановых и фактических показателей для характерного года (рис. 3).

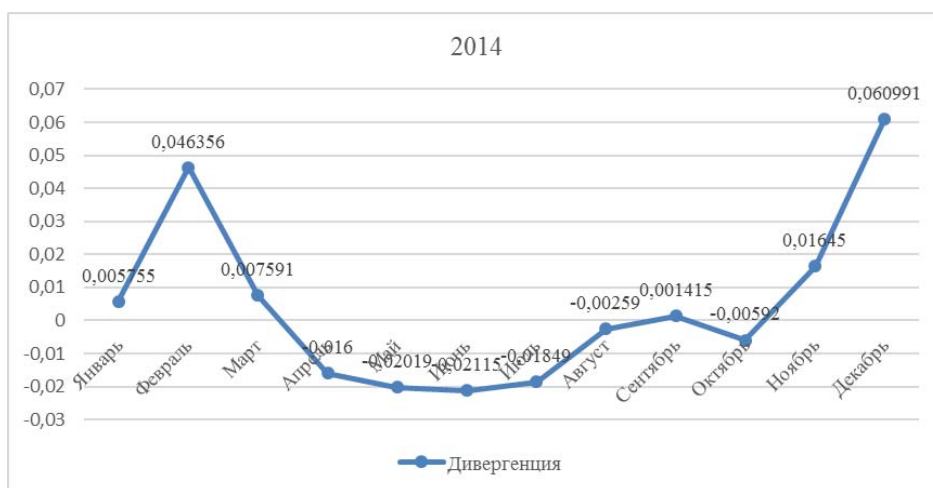


Рис. 3. Распределение дивергенции характерного года

Из приведенного графика распределения дивергенции видно, что в феврале и декабре текущего года расхождение между плановыми и фактическими показателями имеют высокий уровень. Данное расхождение указывает на то,

что необходимо рассматривать факторы, приводящие к существенному отклонению фактических и плановых показателей.

Список литературы

1. О коммерческих потерях в электрических сетях [Электронный ресурс]. URL: <http://www.si-electro.ru/article/4/126>.
2. Собровина А. Е. Снижение коммерческих потерь электроэнергии // Наука вчера, сегодня, завтра : сб. ст. по матер. XVI–XVII междунар. науч.-практ. конф., 2014. № 10. С. 21–22.
3. Дулесова Н. В., Харитонов Д. Д. Интеллектуальный анализ данных электропотребления домохозяйствами сельской местности // Иннов : электронный научный журнал. 2018. № 6 (39). URL: <http://www.innov.ru/science/economy/intellektualnyu-analiz-dannykh-elek>.

**Материаловедение
и технологии материалов**

СОРБЦИЯ АЛЮМИНИЯ ИЗ СУЛЬФАТНЫХ РАСТВОРОВ НА ПРИРОДНОМ КАРБОНАТЕ КАЛЬЦИЯ

Т.А. Савич*

Научный руководитель А.М. Жижаев
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Ионы алюминия, содержащиеся в воде, не относятся к веществам с явно выраженным токсическим воздействием, но так как растворы солей алюминия отличаются высокой стабильностью, то они оказывают вредное влияние на организмы человека и животных [1]. ПДК алюминия в питьевой воде составляет 0,2 мг/л, в отдельных случаях достигая 0,5 мг/л. Отрицательное воздействие алюминия связано с тем, что он способствует вымыванию кальция и фосфора из организма, вызывает судороги, снижение памяти, нарушение двигательной активности, снижает иммунитет. Провоцирует возникновение алюминоза легких, опухолей и болезни Альцгеймера, заболевания печени, почек, сердца, отложение солей.

Загрязненными ионами алюминия являются сточные воды, образующиеся при его производстве, а также в процессах, где используются соединения на основе алюминия. Кроме того, относительно высокое содержание остаточного алюминия наблюдается в очищенной реагентными физико-химическими методами сточной воде, с использованием коагулянтов на его основе, таких как сульфат алюминия, хлорид полиалюминия и полиоксихлорид алюминия, а также алюминат натрия [2]. Алюминий также присутствует в виде макрокомпонента (наряду с железом и кальцием) шахтных и дренажных водах хвостохранилищ. При очистке таких вод от токсичных ионов тяжелых металлов его влияние следует учитывать.

Выделение алюминия из концентрированных стоков, образующихся в результате технологических процессов с использованием его соединений, производится методами гидролитического осаждения, чаще всего в виде гиббсита:



Например, при продувании диоксидом углерода сточной воды с добавлением гидроксида натрия с повышением pH среды до 10–11. Удаление алюминия из стоков можно провести также добавлением кальция, что приводит к образованию труднорастворимого алюмината, который затем может быть выделен из воды. Очистку сточных вод от соединений алюминия проводят также обработкой солями фосфорных кислот с последующим отделением образующегося плотного осадка фильтрованием или в отстойниках без фильтрации. В качестве солей фосфорных кислот применяют триполифосфат (ТПФ) натрия,

* © Савич Т.А., 2019

тринатрийфосфат (ТНФ), пирофосфат натрия (ПФН), гексаметафосфат натрия (ГФН), триполифосфат калия (ПФК):



Совместная очистка сточной воды от железа и алюминия может быть проведена с помощью электролиза, обратного осмоса или ионообменных смол.

Во всех случаях очистка стоков от алюминия связана с использованием сложного дорогостоящего оборудования, существенными энергозатратами, использованием дорогих и часто токсичных элементов. В связи с этим использование дешевого минерального сырья или отходов производства для сорбции алюминия представляет большой интерес. Было показано, что сорбция тяжелых металлов может быть осуществлена на природных карбонатах кальция, широко используемых в качестве нейтрализатора кислотности растворов. При этом в большинстве случаев образуются не карбонатные, а сульфатные соединения [3]:



Считается, что алюминий в этих условиях осаждается в виде гиббсита по реакции (1). Реальное его поведение было исследовано на модельных растворах в экспериментах с природными карбонатами кальция в качестве осадителя. На рис. 1 представлены результаты осаждения алюминия на кальците. Осаждение происходит без затруднений в течение 1 ч до уровня ниже ПДК. Увеличение навески осадителя в два раза от стехиометрии приводит к существенному ускорению процесса.

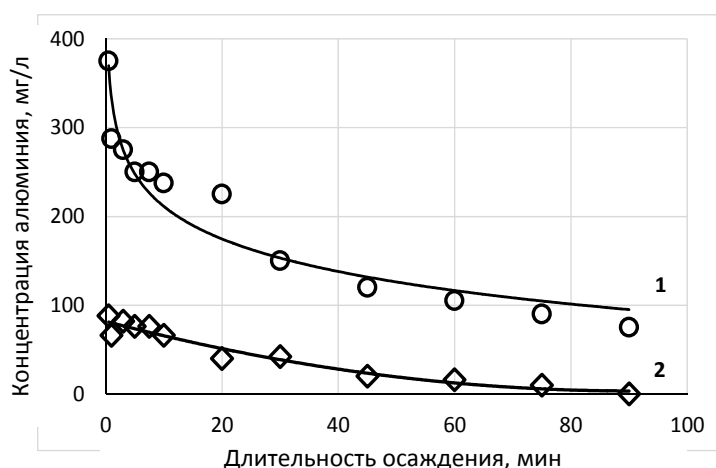


Рис. 1. Кинетика осаждения алюминия из сульфатных растворов (0,5 г/л).
1 – 1 г CaCO₃, 2 – 2 г CaCO₃.

По данным рентгенофазового анализа (рис. 2) осадок представлен избыточным (остаточным) кальцитом (CaCO₃, $d=3,03$; $3,28$; $1,875 \text{ \AA}$, JCPDS, 47-1743), гипсом (CaSO₄·2H₂O, $d=7,61$; $4,3$; $2,89 \text{ \AA}$, JCPDS, 33-311) и баслюмини-

том ($\text{Al}_4\text{SO}_4(\text{OH})_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $d=9,31$; $7,13$; $4,73$ Å, *JCPDS*, 42-556). Существенных количеств гипбсита в продуктах сорбции не обнаружено.

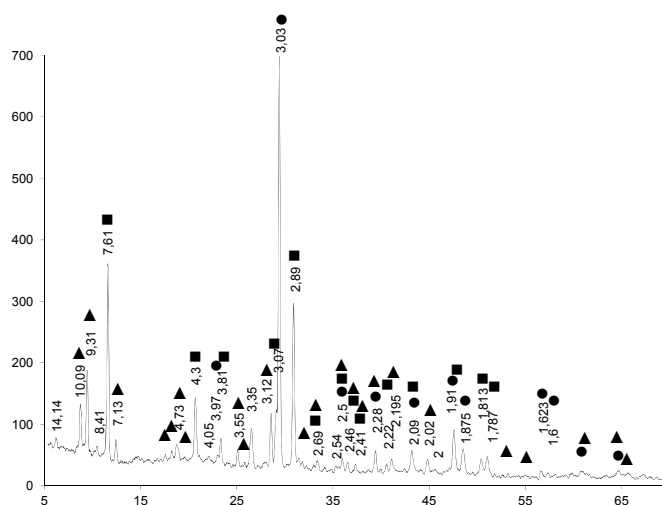


Рис. 2. Фрагмент дифрактограммы осадка сорбции алюминия на кальците.
 Обозначения: ● – кальцит (CaCO_3), ■ – гипс ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$),
 ▲ – басалюминит ($\text{Al}_4\text{SO}_4(\text{OH})_{10}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$,

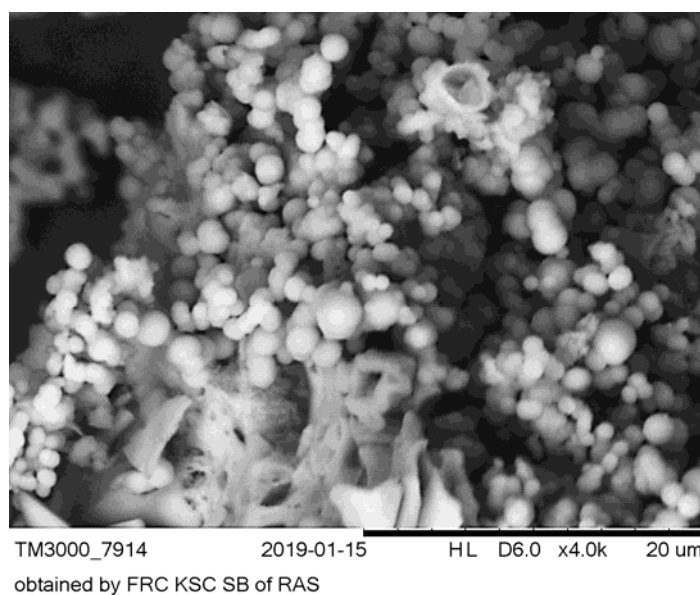


Рис. 3. СЭМ изображение осадка сорбции алюминия на кальците.

Морфологически осадки представлены микросферами диаметром менее 5 мкм (рис. 3), что характерно для быстрого осаждения из раствора. Вероятно, образование основных сульфатов при взаимодействии сульфатных растворов с кальцитом является общей закономерностью и определяется термодинамически макроконцентрациями сульфат-ионов (относительно активности карбонат-ионов). В результате равновесие сдвигается в сторону образования основных сульфатов.

Таким образом, показано, что возможна очистка растворов от алюминия сорбцией на кальците до равновесных концентраций ниже ПДК. Алюминий из сульфатных растворов осаждается на кальците не в виде гидроксида или карбоната, а в виде основного сульфата.

Список литературы

1. Баян Е. М., Лупейко Т. Г., Горбунова М. О., Толстоброва Е. В. Очистка сточных вод от ионов алюминия техногенным карбонатсодержащим реагентом // Экология и промышленность России. 2018. Т. 22. № 1. С. 59–65.
2. Алекина Е. В., Сумарченкова И. А., Моссоулина Л. А. Комплексный подход к очистке сточных вод машиностроительных производств от тяжелых металлов по критерию эффективности // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 9. С. 43–48.
3. Жижаяев А. М., Меркулова Е. Н. Взаимодействие меди и цинка при совместном осаждении из сульфатных растворов на природных карбонатах кальция // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. № 1. С. 19–25.

СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ СОРБЦИОННОГО ВЫДЕЛЕНИЯ As(III) И As(V)

А.А. Шемякова*

Научный руководитель Е.В. Бородина
кандидат химических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время загрязнение продуктами человеческой деятельности является одной из самых серьезных и актуальных проблем в области охраны окружающей среды. Среди наиболее опасных антропогенных загрязнителей можно отметить мышьяк (As), широко распространенный в атмосфере, почве, сточных водах. Высокое содержание мышьяка в окружающей среде негативно влияет на здоровье населения, вызывая ряд заболеваний, в том числе рак.

Неорганические формы мышьяка более токсичны, чем органические. Кроме того, токсическое действие этого элемента зависит от его степени окисления и химического состояния, токсичность As(III) в 10–20 раз выше, чем As(V). Поэтому правильное определение токсичности природных объектов по мышьяку затрудняется из-за того, что формы мышьяка достаточно легко могут переходить одна в другую [1].

Определение следовых количеств мышьяка в природных объектах затруднено из-за ограниченной чувствительности используемых методов определения и мешающего влияния компонентов матрицы. Для решения этой проблемы обычно используют различные методы разделения и концентрирования.

Эффективным методом разделения и концентрирования для определения микроколичеств элементов является сорбционный метод, сочетающий простоту аппаратного оформления и высокую избирательность [2].

Среди множества сорбентов различной природы широкое применение получили сорбенты на основе неорганических оксидов, которые характеризуются высокой механической прочностью, относительно высокой химической устойчивостью, а их структурные характеристики могут варьироваться в широких диапазонах.

Одним из наиболее широко используемых неорганических сорбентов является оксид алюминия, он занимает второе место после оксида кремния. Оксид алюминия – доступный, механически прочный, химически и гидролитически стабильный пористый материал с высокой удельной поверхностью, который можно использовать в качестве носителя для получения новых сорбентов [3].

Более редкое его применение связано, во-первых, с меньшей, чем у кремнезема, вариабельностью размеров пор и величин удельной поверхности, во-вторых, с наличием на поверхности Al_2O_3 активных центров, обуславливающих различные неконтролируемые превращения органических или элементооргани-

* © Шемякова А.А., 2019

ческих модификаторов. Оксид алюминия – тип адсорбента, широко распространенный в природе и давно используемый в промышленности.

Ионы OH^- на поверхности оксида алюминия ведут себя как брэнстедовские кислотные центры. Когда в процессе дегидратации два соседних иона OH^- объединяются с образованием молекулы воды, то на поверхности образуются кислотный и основной центры [4]. Льюисовский кислотный центр представляет собой не полностью координированный атом алюминия, образующийся при дегидратации, а слабый брэнстедовский центр – центр типа Льюиса, адсорбировавший воду; основной центр рассматривается как отрицательно заряженный атом кислорода. Наибольший интерес для понимания свойств поверхности Al_2O_3 имеет изучение льюисовских кислотных центров, определяющих электроноакцепторные свойства дегидроксилированной поверхности.

Поверхность оксида алюминия в кислых и слабокислых средах положительно заряжена, таким образом, сорбция осуществляется за счет электростатических взаимодействий анионных форм соединений с поверхностью сорбента [5]. Это открывает возможность использования оксида алюминия не только для непосредственной сорбции анионных форм элементов из растворов, но и модифицирования поверхности оксида алюминия различными комплексообразующими и ионообменными реагентами. К таким реагентам можно отнести ряд полиаминов: полигексаметиленгуанидин (ПГМГ) и полиэтиленимин (ПЭИ). ПГМГ – линейный или разветвленный полимер, относится к классу катионных полиэлектролитов. ПЭИ – разветвленный полимер, содержащий первичные, вторичные, третичные аминогруппы. Является сильным органическим основанием ($\text{p}K_a \sim 10$). Закрепленные полиамины создают на поверхности неорганического оксида алюминия положительно заряженный полимерный слой.

Неорганический As(III) до pH 7 присутствует только в виде H_3AsO_3 ; в диапазоне pH 7–14 As(III) может также находиться в виде H_2AsO_3^- ; при pH 10–14 мышьяк(III) существует и в виде HAsO_3^{2-} ; при pH ≥ 11 может присутствовать как AsO_3^{3-} [6]. Что касается неорганического As(V), то при pH 2,3 он существует в виде эквимольных количеств H_3AsO_4 и H_2AsO_4^- ; при pH 7 начинает появляться HAsO_4^{2-} , а при pH $\geq 11,5$ – форма AsO_4^{3-} . Таким образом, As(III) претерпевает последовательную кислотную диссоциацию от H_3AsO_3 до AsO_3^{3-} , а As(V) существует в основном в анионном виде в широком диапазоне pH. Это позволило предположить, что при помощи оксида алюминия можно разделить неорганические формы мышьяка, одновременно находящиеся в растворе, так что целью работы являлось исследование сорбции неорганического As(III) и As(V) на чистом, а также модифицированном ПГМГ и ПЭИ оксиде алюминия.

Методика эксперимента. В работе использовали оксид алюминия с модифицированием поверхности и без модифицирования. Модифицирование поверхности оксида алюминия полиаминами проводили по методике [7]. При изучении сорбции в статических условиях в ряд пробирок с притертыми пробками помещали 0,1 г сорбента, 1 мкг As(III) или As(V) в виде раствора, добавляли HCl или NaOH для создания необходимой кислотности и дистиллированную воду до общего объема – 10 мл. Пробирки закрывали пробками и интен-

сивно встряхивали от 1 до 30 минут (в зависимости от целей эксперимента). Распределение мышьяка определяли по анализу водной фазы методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), с использованием спектрометра XSeriesII фирмы Thermo Scientific (США).

Степень извлечения форм мышьяка (R) рассчитывается по формуле

$$R(\%) = \frac{(C_{\text{исх}} - C_{\text{равн}})}{C_{\text{исх}}} \cdot 100\%,$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация As; $C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация As.

При изучении pH-зависимости сорбции As(III) было установлено, что его степень извлечения плавно возрастает во всем исследуемом диапазоне pH 1–9: на Al_2O_3 – ПЭИ с 37 до 76 %, на Al_2O_3 – ПГМГ – с 44 до 75 % и на немодифицированном Al_2O_3 от 46 до 79 %. Причиной может быть то, что в слабокислой среде мышьяксодержащие молекулы практически не заряжены, однако могут депротонироваться за счёт взаимодействия с поверхностью оксида алюминия и молекулами полиаминов. При изучении сорбции As(V) было установлено, что сорбенты Al_2O_3 – ПЭИ и Al_2O_3 – ПГМГ извлекают 95–100 % мышьяка во всем исследуемом диапазоне pH 1–9. Это может быть связано с тем, что во всём исследованном диапазоне pH As(V) присутствует в анионной форме. Степень извлечения As(V) немодифицированным Al_2O_3 составляет 99 % при pH 1–4, а затем монотонно убывает до 80 % при повышении pH до 9, что может быть связано с изменением знака заряда поверхности сорбента в нейтральной и слабощелочной средах. Зависимость степени извлечения As(III) и As(V) сорбентами на основе оксида алюминия от времени контакта фаз представлена на рис. 1.

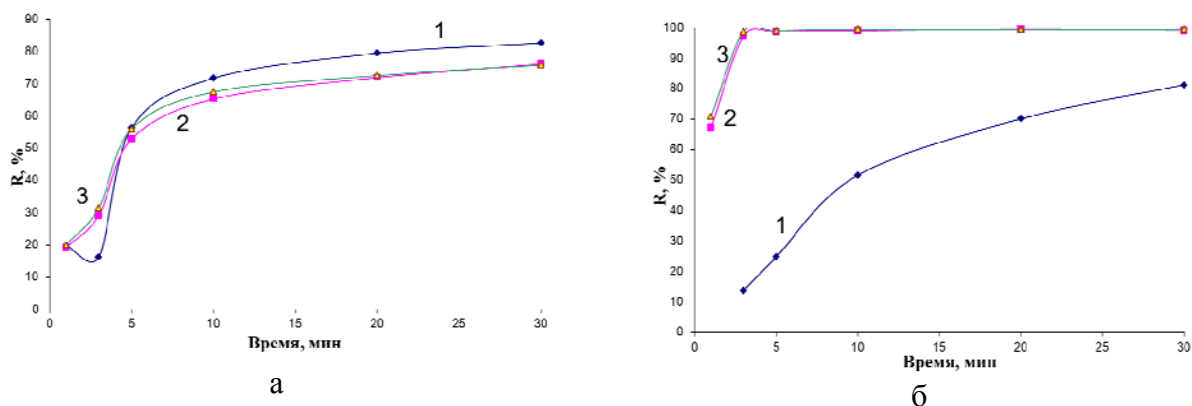


Рис. 1. pH зависимость степени извлечения форм мышьяка:
а – As(III); б – As(V); 1 – Al_2O_3 ; 2 – Al_2O_3 – ПЭИ; 3 – Al_2O_3 – ПГМГ

Вид зависимости для As(III) на всех исследованных сорбентах в целом совпадает, равновесие устанавливается достаточно медленно. Это может свидетельствовать о том, что сорбция As(III) прежде всего протекает на активных центрах оксида алюминия, не занятого полиаминами. При изучении зависимости степени извлечения As(V) от времени контакта фаз было установлено, что Al_2O_3 – ПЭИ и Al_2O_3 – ПГМГ извлекают >99 % мышьяка за 3 минуты. Степень извлечения As(V) чистым Al_2O_3 плавно возрастает от 13 до 81 %, не достигая

сорбционного равновесия. Вероятно, основным механизмом сорбции мышьяка в этом случае является взаимодействие с закреплёнными на оксиде алюминия молекулами полиаминов.

Таким образом, исследованные сорбенты не подходят для разделения форм неорганического мышьяка в растворах, однако могут быть эффективны при определении его общего количества в объектах окружающей среды.

Список литературы

1. Remediation of arsenic contaminated soils by iron-oxide application, evaluated in terms of plant productivity, arsenic and phytotoxic metal uptake / W. Hartley, N.W. Lepp // *Science of the total environment*. 2008. V. 390. P. 35–44.

2. Мухина А. Н. Концентрирование и определение металлов с использованием неорганических сорбентов, модиф. органическими реагентами : дис. ... канд. хим. наук. ТПУ. 2015. 3 с.

3. Тихомирова Т. И., Кубышев С. С. [и др.] Сорбент на основе оксида алюминия, модифицированного тайроном // МГУ, журнал физической химии. 2009. Т. 83. № 7. С. 1360–1364.

4. Лисичкин Г. В., Фадеев А. Ю. [и др.] Химия привитых поверхностных соединений. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003. С. 56–58.

5. Рамазанова Г. Р., Тихомирова Т. И., Апяри В. В. Сорбция пищевых красителей на пенополиуретане и оксиде алюминия // *Вестник МГУ*. 2013. Т. 54. № 4. 198 с.

6. Ben Issa N., Rajaković-Ognjanović V. N., Marinković A. D., Rajaković L. V. Separation and determination of arsenic species in water by selective exchange and hybrid resins // *Analitic Chim Acta*. 2011. P. 191–198.

7. Дидух С. Л., Лосев В. Н. Сорбционно-фотометрическое и тест-определение меди в водных средах с применением модифицированных ПГМГ и неорганических оксидов // *Аналитика и контроль*. 2017. № 1. С. 49–56.

КЛАСТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ TiO_2+BeO КЕРАМИКИ И ИЗУЧЕНИЕ ЕЕ СТРУКТУРЫ*

Л.А. Шеповалова[†]

Научный руководитель Л.И. Квеглис
доктор физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Сегодня очень активно развиваются исследования свойств оксидной керамики. Стоит отметить, что изделия из оксидной керамики находят чрезвычайно широкое и постоянно возрастающее практическое применение. Среди широко известных оксидных материалов: MgO , BeO , Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO и другие. Следует особо выделить BeO -керамику, которая имеет в 3 раза большую теплопроводность, чем MgO , и в 4-6 раз большую, чем Al_2O_3 -керамика. BeO керамика в настоящее время широко применяется в электронной промышленности. Высокая теплопроводность, малая величина диэлектрических потерь, высокая электрическая прочность, высокая стабильность электрофизических свойств позволяют использовать BeO -керамику в высокочастотных электронных схемах.

Наиболее эффективным материалом, обладающим хорошей теплопроводностью и способностью поглощать микроволновое излучение, является $\text{BeO} + 30$ вес % TiO_2 (ВТ-30) [1]. Увеличение значения теплопроводности при условии сохранения поглощающих характеристик представляет большой интерес для электронной промышленности.

TiO_2 – полиморфен и встречается в трех основных кристаллических формах: анатаз (октаэдрит), брукит и рутил. Именно рутильную форму мы используем в данной работе.

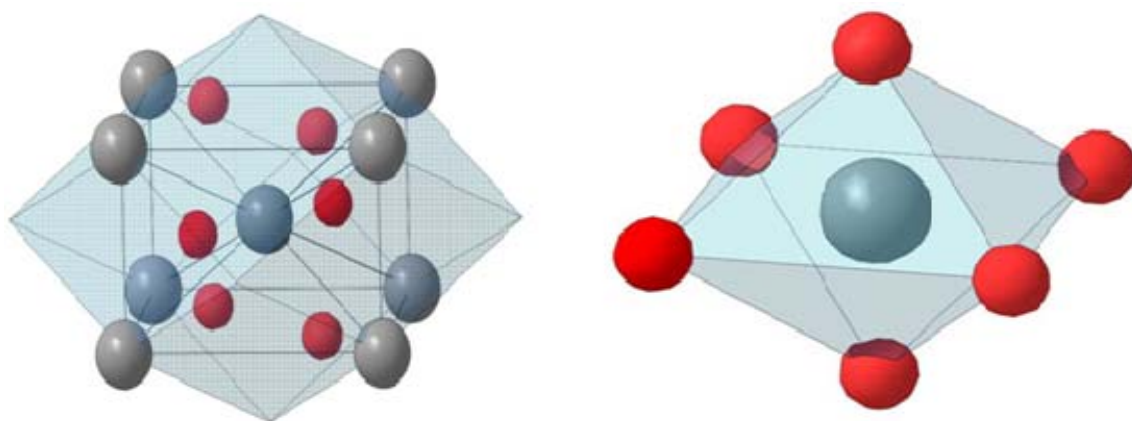


Рис. 1. Кластерная модель TiO_2

* Авторы благодарят А. В. Павлова (СФУ) за любезно предоставленные образцы, а также сотрудников Института физики им. Л. В. Киренского Д. А. Великанова и И. В. Немцева за помощь в эксперименте.

[†] © Шеповалова Л.А., 2019

На рис. 1 изображена кластерная структура TiO_2 , построенная на основе расшифровки спектра рентгеновской дифракции, экспериментально полученном при исследовании продуктов спекания с BeO . Атомы титана покрашены в серый цвет, кислорода – в красный. Видно, что в состав кристаллической решётки входит кислородный октаэдр, внутри которого находится атом титана.

В экспериментах рутильная форма оксида титана была частично заменена на нанопорошок.

Известно, что электропроводность икосаэдрической фазы может иметь электронную природу [2]. Можно предположить, что повышение электропроводности, обнаруженное в эксперименте при спекании нанопорошка TiO_2 , порошка рутила и порошка оксида бериллия, связано с формированием икосаэдрической фазы в нанопорошке TiO_2 и далее в структуре перовскита, где 12-вершинник кубооктаэдр заменяется на икосаэдр. В нашем эксперименте добавление нанопорошка TiO_2 в состав BeO -керамики существенно изменило проводящие и магнитные свойства BeO -керамики.

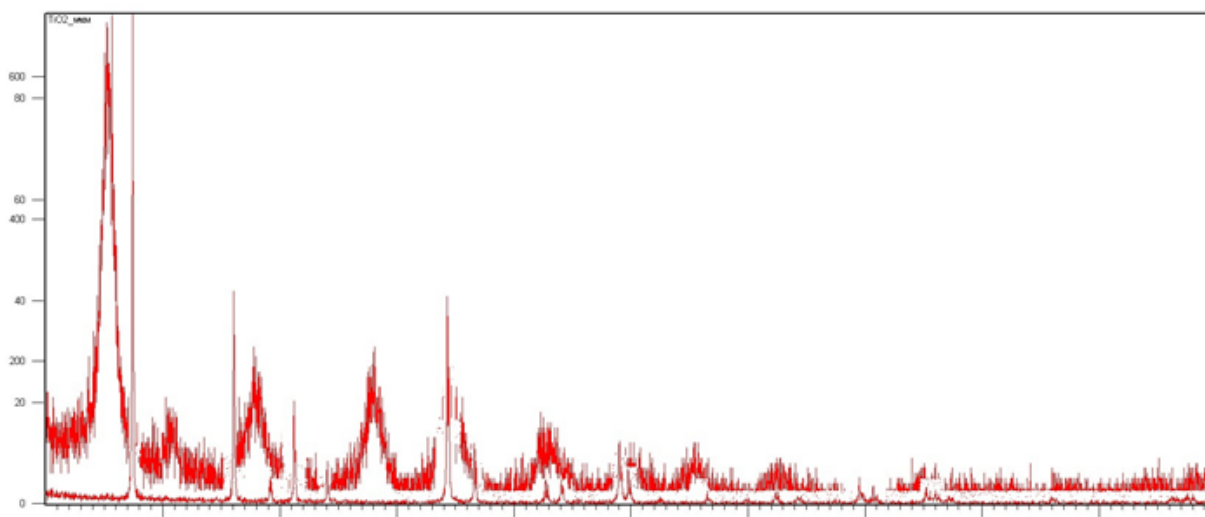


Рис. 2. Совмещенные рентгенограммы BeTiO_3 :
линейчатый спектр – без добавления нанопорошка TiO_2 ,
размытый спектр – с добавлением нанопорошка TiO_2

Икосаэдрическая фаза образуется в нанопорошке диоксида титана и отличается от структуры рутила наличием тетраэдров вместо октаэдров. Из тетраэдров и формируется икосаэдрическая структура в первой координационной сфере, о чем свидетельствует смещение первой линии на картине рентгеновской дифракции.

Вторая линия на рентгеновской дифракции смещена в сторону уменьшения параметра решетки (первая и вторая смещены в разные стороны). Это свидетельствует о значительном изменении ближнего порядка в расположении атомов. Третья и четвертая линии не смещены, значит, дальний порядок не изменился, а электропроводность стала не ионной а электронной, что и обнаружено в эксперименте – проводимость бериллиевого перовскита больше $1 \text{ Ом} \cdot \text{см}^{-1}$.

Можно предположить, что повышение электропроводности, обнаруженное в эксперименте при спекании нанопорошка TiO_2 , порошка рутила и порошка оксида бериллия, связано с формированием икосаэдрической фазы в нанопорошке TiO_2 и далее в структуре перовскита, где 12-вершинник кубооктаэдр заменяется на икосаэдр.

С помощью различных магнитометрических методов в бериллиевой керамике, полученной с добавлением нанопорошка диоксида титана, обнаружено появление ферромагнитных свойств. Петли магнитного гистерезиса обнаружены именно в тех образцах, в которых увеличилась электропроводность на три порядка величины

Понижение симметрии кристаллической решетки, состоящей из плотноупакованных октаэдров, а также хаотичное расположение кластеров в кристалле приводит к появлению некомпенсированного магнитного момента и появлению ферромагнетизма [3]. То есть плотность электронов в такой структуре очень высока на уровне Ферми. Этот факт может объяснить высокую электропроводность фаз с икосаэдрической структурой.

1. Обнаружено появление ферромагнетизма и уменьшение электросопротивления в 1 000 раз в образцах керамики, отожженных при 1 800 °С.

2. Высокая плотность электронных состояний на уровне Ферми может быть причиной появления ферромагнетизма, такая плотность возможна в икосаэдрической фазе.

3. Понижение симметрии кристаллической решетки, а также хаотичное расположение кластеров в кристалле приводит к появлению некомпенсированного магнитного момента и появлению ферромагнетизма.

4. Предложены кластерные модели, построенные в графическом редакторе КОМПАС 3D, для описания структуры TiO_2 в массивном состоянии. Кластерные 3D-модели используются для объяснения структурных фазовых превращений

Список литературы

1. Кийко В. С., Горбунова М. А., Макурин Ю. Н. и др. Микроструктура и электропроводность композиционной $(\text{BeO}+\text{TiO}_2)$ -керамики // *Новые огнеупоры*. 2007. № 11. С. 68–74.

2. Panova G. H., Chernoplekov N. A., Shikov A. A. Thermal capacity and resistance of icosahedron $\text{Zr}_{70}\text{Pd}_{30}$ alloy and its amorphous and crystal analogs // *Physics of a solid body*, 2005, volume 47, issue 7.s 1165–1169.

3. K. Kugel – *JETF*122, 484–498, 2016.

Материалы и технологии обработки в машиностроении

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПЕНОАЛЮМИНИЯ

И.О. Ганюгина*

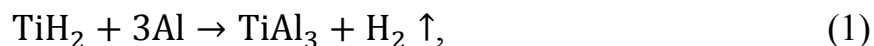
Научный руководитель В.Г. Бабкин
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Пеноалюминий вызывает все больший интерес благодаря сочетанию таких свойств, как высокая жесткость и низкий удельный вес; высокая газопроницаемость и высокая теплопроводность. Присутствие гигроскопичности обуславливает морозостойкость и отсутствие трещин при перепаде температур [1]. Вспененный алюминий обладает демпфирующими способностями [2], высокой степенью звукопоглощения [3], а также высокой технологичностью, которая способствует формированию из пенометалла объемных конструкций.

Исследуемые материалы классифицируют на закрыто- и открытоячеистые [4]. Они отличаются не только визуально и способами получения, но также и областью применения. Наиболее распространенным является закрытоячеистый пеноалюминий, поскольку он обладает более высокими прочностными свойствами. Открытоячеистые пенометаллы применяют как функциональные материалы для изготовления каталитических элементов и различных устройств фильтрации, выравнивания газовых и жидкостных потоков, а также конденсации побочных продуктов [5].

Наиболее подробно способы получения пеноалюминия описаны в работе [6]. Для литейных технологий благоприятными методами являются «введение газов напрямую в жидкий металл» [1, 7] и «вспенивание с порообразователями» [8, 9].

В основе эксперимента базируется метод введения порофора (пенообразователя) в расплав алюминия. В качестве вспенивающего элемента выбран гидрид титана TiH_2 . В этом случае алюминий приобретает пористую структуру, благодаря протекающей реакции:



то есть выделившийся водород и является причиной уменьшения плотности алюминия.

Эксперимент проводился с использованием последующих действий. В предварительно разогретую печь с силой тока 120 А, погружают шамотно-графитовый тигель, в котором находится технический алюминий в количестве 193 г. Процесс плавления приблизительно составляет 30 мин. После тигель вынимают из печи и, удалив оксидную пленку, внедряют кальций. Далее перемешивают, используя графитовый стержень, в течение 6 мин. После, также удалив

* © Ганюгина И.О., 2019

оксидную пленку, погружают гидрид титана. Перемешав в течение 1–2 мин полученную смесь, тигель закрывают крышкой и выдерживают в течение 3–5 мин. По истечении срока снимают оксидную пленку и разливают данный расплав в кокиль.

Так как для повышения вязкости был добавлен кальций, с целью захвата газа внутри металла, то сплав обладал плохой жидкотекучестью.

После охлаждения в течение длительного времени масса образца составляла 160,4 г. Ниже представлена таблица последовательных операций.

Таблица

Экспериментальные данные

№	Операция	Материал	Вес, г	Время, мин	Температура, °С	Сила тока, А
1	Плавление	Al _{техн}	193	30	680	180
2	Внедрение	Ca	3	6	685	220
3	Внедрение	TiH ₂	3	5	670–700	220
4	Литье в кокиль	-	199	–	–	–
5	Охлаждение	пеноалюминий	160,4	–	24–26	–

Измерив объем и рассчитав плотность, можно сделать вывод о том, что плотность образца уменьшилась на 12 %. Структура пеноалюминия является закрытоячеистой и размер ячеек составляет приблизительно 0,1–0,5 мм (рисунок).



Рис. Образец пеноалюминия: а – отливка; б – сечение образца со сколом

Поскольку температурный интервал активного разложения TiH_2 составляет 550–650 °С [10], то при его введении в расплав при температуре 670–700 °С произошла бурная реакция (1), в результате которой большая часть водорода ушла в атмосферу. Из-за активного разложения гидрида титана до начала кристаллизации расплава не удалось получить в опытном образце равномерного распределения пор с заданными размерами.

Недостатком данного метода является также малая пористость. С целью предотвращения вспенивания металла до начала затвердевания слитка и улучшения качества опытного образца в следующем опыте применили способ, описанный в работе [10].

В тигельной электропечи готовили сплав состава: $Mg - 5\%$, $Zn - 40\%$, $Cu - 5\%$, $Al -$ остальное. В начале операции в расплав алюминия вводили магний в количестве 50% от требуемого содержания ($2,5\%$). После расплав интенсивно перемешивали при температуре $630\text{ }^\circ\text{C}$. По окончании перемешивания вводили по расчету медь, цинк и оставшийся магний.

После введения легирующих элементов расплав переливали в водоохлаждаемый кокиль с одновременным введением порофора в количестве $1,2\%$ от общей массы, при непрерывном перемешивании.

Далее полученный образец будет подвергнут пластической деформации (прокатке) до толщины 3 мм , а затем – термической обработке для формирования в структуре заготовки заданной пористости.

Главным преимуществом выбранной технологии является температурный интервал кристаллизации алюминиевого сплава – $500\text{--}530\text{ }^\circ\text{C}$. В этом интервале частицы TiH_2 , внедренные в сплав, равномерно распределены по сечению отливки, а вспенивание образца будет происходить в процессе его термообработки. По этой причине повышается однородность порового пространства, увеличивается коэффициент вспенивания, а удельный вес материала уменьшается приблизительно на 30% [10].

Список литературы

1. Крушенко Г. Г. Технологии и механизм формирования пенометаллов и их применение в летательных аппаратах II // Вестник СибГАУ им. М. Ф. Решетнева. 2014. № 1. С. 154–160.
2. Гусаров А. П., Жариков А. В., Марков В. А. [и др.] Механические и амортизирующие свойства высокопористого ячеистого алюминия // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана : Машиностроение. 2009. № 1. С. 58–66.
3. Финкельштейн А. Б. Теория и практика получения пористых отливок из алюминиевых сплавов пропиткой : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.16.04 / Финкельштейн Аркадий Борисович. Екатеринбург. 2010. 40 с.
4. Зимеров В. А., Власов С. В., Суходаев П. О. Пеноалюминий: получение, области применения // Сборник трудов конференции. Красноярск. 2014. С. 551–554.
5. Геча В. Я., Кирякин А. А., Позднякова В. Д., Пилюгин С. О. Возможность использования пеноалюминия для изготовления элементов конструкций малых космических аппаратов // Известия РАН «Энергетика». 2018. № 2. С. 98–107.
6. Воронин С. В., Лобода П. С. Способы получения пористых материалов на основе алюминия // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18. № 4. С. 1068–1074.
7. Пат. 2026394 Российская Федерация, МПК С 22 С 1/08, С 22 В 21/00. Способ получения вспененного алюминия / В. Н. Буньков, Е. Ю. Решетников, В. П. Бугаков ; патентообладатели Научно-внедренческое, проектно-конструкторское и посредническое предприятие «СИБ-индекс». заявл. 25.08.92 ; опубл. 09.01.95.

8. Яблонский А. А., Могиленко В. Г., Гурия И. М., Малай О. И. Изготовление отливок из пеноалюминия. Киев : НГТУ «КПИ». 2009. URL: http://science-bsea.narod.ru/2009/mashin_2009_2/jablonsky_izgot.htm.

9. Ардамин В. А. Технологии получения и применение пенометаллов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2012. С. 111–112.

10. Пат. 2233346 Российская Федерация, МПК С 22 С 21/10, С22С1/08, С22F1/053, В22D11/04. Алюминиевый сплав для получения пеноалюминия и способ получения пеноалюминия из него / Пономаренко А. М., Полькин И. С., Романова В. С., Новикова М. Б., Трубкина Е. М., Бисьев А. М., патентообладатели Открытое акционерное общество «Всероссийский институт легких сплавов». заявл. 22.04.2003. опубл. 27.07.2004.

**КИНЕТИКА ФАЗООБРАЗОВАНИЯ ПРИ КОНТАКТЕ КОБАЛЬТА
С ЖИДКИМ ГАЛЛИЕМ****Ю.Д. Грунина, Е.В. Темных, Л.В. Трифонова***Научный руководитель В.И. Темных
кандидат технических наук*Сибирский федеральный университет*

Взаимодействие жидкого галлия с порошками металлов лежит в основе низкотемпературной пайки разнородных материалов. Галлий, с одной стороны, обладает уникальной способностью смачивать как металлические, так и неметаллические материалы, а с другой, при взаимодействии с порошками меди, серебра, никеля, железа, кобальта и других металлов или их сплавов, образовать промежуточные фазы, которые формируют паяный шов за счет реактивной диффузии галлия и порошков металлов – наполнителей.

Помещая полученную смешиванием порошков-наполнителей с жидким галлием пасту – припой между соединяемыми материалами при температуре 30–40 °С и проводя термообработку образованного таким образом паяного шва при температуре 100–300 °С в течение нескольких часов, можно получить необходимый комплекс эксплуатационных свойств соединения с рабочей температурой 800–900 °С.

Наибольшее число работ по галлиевым пастам-припоям посвящено исследованию взаимодействия меди, серебра и их сплавов с жидким галлием.

В данной работе исследовались кинетические характеристики взаимодействия порошков кобальта с жидким галлием. В системе Co – Ga [1] образуются две промежуточные фазы – CoGa и CoGa₃, обе по перетектическим реакциям:



Диаграмма состояния показывает, что начиная с 30 °С при контакте жидкого галлия с кобальтом на границе раздела образуется фаза CoGa₃ с температурой плавления (разложения) 855 °С, которая гораздо выше, чем в системах Cu – Ga, Ag – Ga, Ni – Ga и др. Контактные взаимодействия в этой системе представляют интерес еще и потому, что интерметаллид CoGa имеет значительную область гомогенности, по разным источникам она составляет от 30 до 63 (ат %) по галлию.

Прямых работ по изучению взаимодействия галлия с кобальтом при низких температурах нами не найдено.

Исходные образцы для исследований представляли собой шлифованные контактные пластины из кобальта размером 5 × 2 мм² и толщиной 100–200 мкм,

* © Грунина Ю.Д., Темных Е.В., Трифонова Л.В., 2019

залуженные с помощью ультразвукового паяльника жидким галлием при температуре 150 °С. А для исследования кинетики затвердевания приготовленных паст Co – Ga разного состава использовались круглые заготовки из меди М1 диаметром 10 мм, высотой 15 мм, центральным углублением 14 мм и диаметром 5 мм.

Пасты различного состава приготавливались прямым смешиванием жидкого галлия с порошками кобальта разной дисперсности в тefлоновом тигле или с помощью амальгоматора.

Смоченные галлием пластинка кобальта и заполненные пастами медные заготовки-образцы по центральному углублению подвергались изотермической выдержке от 5 до 30 ч при температурах 200, 270 и 550 °С.

Кинетика образования новых фаз на границе раздела кобальт – галлий сопоставлялась с образованием интерметаллидов на границе раздела медь – галлий в самой медной заготовке (образце). Образование фаз при контакте жидкого галлия с медью хорошо изучено [2, 3].

После термической обработки круглые образцы разрезались по диаметральному сечению, а пластинки – по поперечному сечению для металлографических исследований, элементному и фазовому анализу.

Металлографический анализ проводился на оптическом микроскопе АХЮ – observer Zlm, Carl Zeiss и электронном сканирующем микроскопе НІТАСНІ ТМ – 1000.

Для определения элементного состава образовавшихся фаз был использован растровый электронный микроскоп JEOL JSM-7001F ЦКП СФУ.

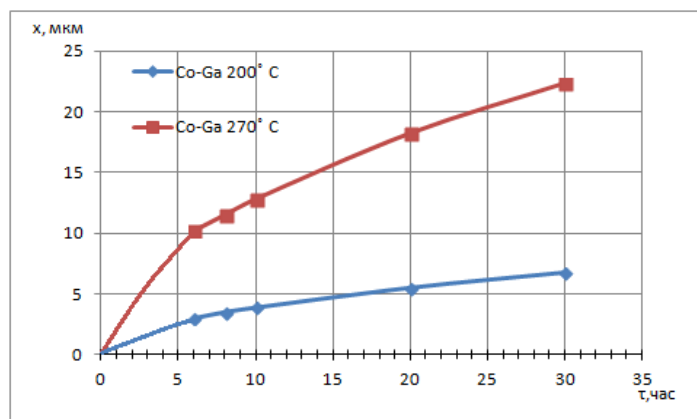


Рис. 1. Кривые роста новой фазы на границе раздела при контакте кобальта с жидким галлием

Как видно на рис. 1, рост новых фаз на границе раздела Co – Ga при температуре 200 и 270 °С подчиняется параболическому закону:

$$y^2 = 2P\tau, \quad (1)$$

где y – толщина слоя, мкм, τ – продолжительность диффузии, ч. Расчетная величина P имеет размерность $\text{м}^2/\text{с}$ в системе СИ, интерпретирована как условный коэффициент реактивной диффузии.

Элементный анализ продуктов взаимодействия (рис. 2, а) порошков кобальта с жидким галлием, полученный при 200 °С, показал наличие остатков исходного порошка и образовавшегося на частицах кобальта промежуточной фазы (интерметаллида) CoGa_3 , интерметаллида не обнаружено.

При температуре контактного взаимодействия 270 °С образование интерметаллида CoGa также не обнаружено.

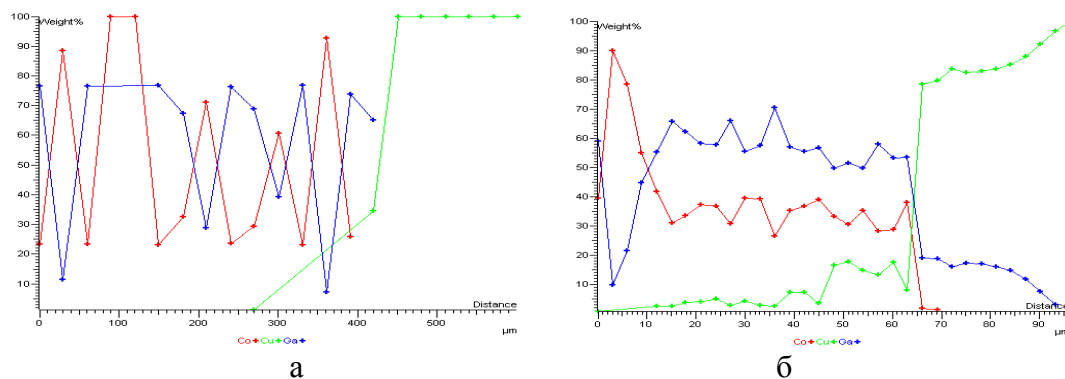


Рис. 2. Концентрационные кривые распределения элементов (а), $\times 200$, линейные спектры, шаг 30 мкм и концентрационные кривые распределения элементов (б), $\times 1000$, линейные спектры, шаг 3 мкм

После термообработки полученных образцов путем отжига при температуре 550 °С, кроме фазы CoGa_3 , присутствует и фаза CoGa (рис. 2, б).

Эти данные свидетельствуют о том, что при затвердевании паст $\text{Co} - \text{Ga}$ при исследованных температурах температура разрушения паяного соединения будет составлять не менее 855 °С.

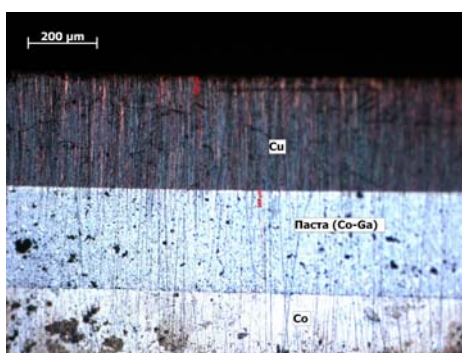


Рис. 3. Микроструктура паяного соединения ветви термоэлектрогенератора: $t = 200 \text{ }^\circ\text{C}$, время изотермической выдержки 9 ч

На рис. 3 представлена микроструктура паяного соединения ветви с медной шиной термоэлектрогенератора, полученного при температуре 200 °С и времени диффузионного затвердевания 9 ч.

Выводы

1. Определены кинетические параметры взаимодействия кобальта и галлия при температурах до 550 °С.
2. Разработана технология диффузионной пайки меди с кобальтом и меди с железом пастой Co – Ga.

Список литературы

1. Лякишев Н. П. Диаграммы состояния двойных металлических систем : справочник. М. : Машиностроение, 1996. 992 с.
2. Казаков В. С. Разработка галлиевых паст-припоев для низкотемпературной пайки медных и титановых сплавов с керамикой: дис. ... канд. техн. наук : 05.03.06. / Казаков Владимир Сергеевич. Красноярск, 2007. 134 с.
3. Темных В. И., Казаков В. С., Митяев А. Е., Темных Е. В. Композиционные галлиевые пасты-припои для низкотемпературной диффузионной пайки металлокерамических узлов // Технология машиностроения. 2010. № 1. С. 71–74.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДИСКОВЫХ НОЖЕЙ

А.Д. Лазаренко, М.А. Стецкий*

Научный руководитель А.А. Шайхадинов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Практически ни одно производство не обходится без режущего инструмента. Величина области применения характеризует разнообразие его видов. Благодаря новым технологиям производства и закалки стали они становятся все более долговечными и надежными, используются в обработке практически любых материалов.

Всё большую популярность приобретает бестраншейный ремонт изношенных труб. Он позволяет осуществлять ремонтные работы трубопроводных коммуникаций, не вскрывая грунт. Это актуально в местах, где трубопроводы проложены под действующими автодорогами, жилыми домами, парками и т. д. Одним из основных способов бестраншейного ремонта является способ, при котором разрушение старого трубопровода начинается с резания старой трубы дисковыми ножами. Далее осуществляется расширение разрезанной старой трубы и скважины до необходимого диаметра. Затем новая труба протягивается внутри образованной скважины из одного прямка в другой.

В этой технологии предъявляются очень серьезные требования к характеристикам ножей. Они должны изготавливаться из высококачественной закаленной стали, стойкой также к ударным нагрузкам, которые возникают при бестраншейном ремонте трубопровода (в отличие от более твердых, но хрупких материалов).

Последствием эксплуатации ножей является их разрушение и износ режущей кромки. Использование более износостойкого материала для изготовления ножей требует больших финансовых затрат. Чтобы сохранить высокую износостойкость, а также снизить денежные затраты на изготовление ножей, было предложено изготавливать их биметаллическими. Для этого на режущую кромку наносится износостойкий материал, а сердцевина ножа состоит из более дешевого неизносостойкого материала (например, углеродистой нелегированной стали).

Существует огромное разнообразие наносимых материалов и различных способов их нанесения [3, 4]. В связи с тем, что значения износа ножей имеют достаточно существенные величины (до нескольких миллиметров), выбор ручной дуговой наплавки является целесообразным. Кроме того, данный способ нанесения покрытия не требует наличия дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных специалистов, обеспечивает возможность наплавки разных материалов и геометрии. В серийном производстве возможен переход на более производительные способы наплавки.

* © Лазаренко А.Д., Стецкий М.А., 2019

Данный способ получения биметаллического ножа позволяет обеспечить:

- повышение износостойкости;
- стойкость к ударным нагрузкам;
- многократное восстановление геометрических размеров;
- удешевление производства.

Учитывая эксплуатацию дисковых ножей при резке подземных трубопроводов, нами было предложено наносить износостойкое покрытие электродом ОЗН-6, так как данный материал обеспечивают высокие показатели износостойкости покрытия при безударных нагрузках и небольших скоростях резания (рис. 1).

Главной особенностью, характеризующей повышенную твердость и высокую износостойкость, является высокое содержание титана в химическом составе электрода. Наплавка при помощи ОЗН-6 отлично протекает практически при любых условиях и даже в тех случаях, когда по тем или иным причинам металлические элементы не могут быть должным образом подготовлены к процедуре.



Рис. 1. Предлагаемый биметаллический нож

Для сравнения предлагаемого и базового ножей было проведено исследование затупления их режущих кромок на лабораторном стенде [1]. Стенд состоит из привода и вращаемой от него модели ножа, которая соприкасается с вертикально нагружаемой пластиной (моделью трубопровода, который необходимо разрезать). При этом модель ножа режет модель трубопровода и изнашивается.

Эксперимент проводился следующим образом:

1. На выходной вал редуктора, соединенного с электродвигателем, закреплялся базовый монометаллический дисковый нож с известными параметрами (материал, диаметр, толщина и угол режущей кромки).

2. Запускался электродвигатель, который заставлял вращаться выходной вал редуктора, понижающего передаточное число. Эксперимент длился заданное время t .

3. По истечении времени t нож снимался с установки и производились замеры диаметров после испытания.

4. Результаты заносились в таблицу.

Величина износа измеряется через заданный промежуток времени до величины критического затупления, при котором нож затуплен настолько, что его дальнейшая эксплуатация становится нецелесообразной [2].

В процессе экспериментального исследования проводились испытания на базовых монометаллических (изготовленных из инструментальной легированной стали ХВГ) и предлагаемых биметаллических ножах. Скорость вращения ножей – 50 об/мин. Материал модели разрезаемого трубопровода – сталь Ст. 3. Геометрические параметры ножей: диаметр – 100 мм, толщина 10 мм, угол заострения лезвия 60° . Величина пригруза ножей 600 Н.

Полученные результаты приведены на диаграмме (рис. 2).

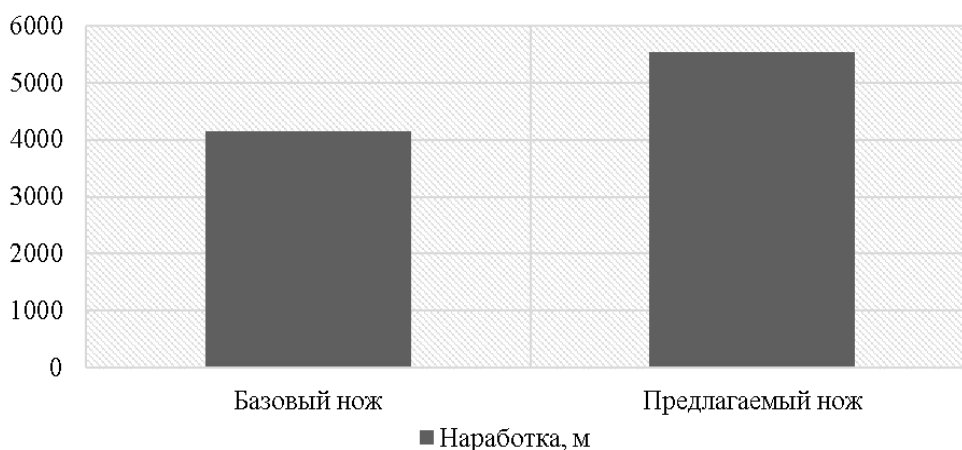


Рис. 2. Результаты исследования

После проведенного эксперимента было установлено, что наработка и ресурс предлагаемого дискового биметаллического ножа в 1,35 раза больше, чем у базового.

Выводы по проделанной работе:

1. Проведен литературно-патентный обзор по различным способам нанесения покрытия на режущий инструмент.

2. Получены биметаллические ножи с помощью ручной дуговой наплавки их режущей кромки электродом ОЗН-6 с повышенной износостойкостью на 35 % по сравнению с базовым монометаллическим ножом.

3. Составлены графики зависимости износа базового монометаллического и предлагаемого биметаллического ножей от времени их эксплуатации.

Список литературы

1. Шайхадинов А. А., Демин В. Г., Брунгардт М. В., Краев О. А. Стенд для исследования долговечности ножей рабочего механизма для бестраншейного ремонта трубопроводов // Строительные и дорожные машины. 2014. № 6. С. 45–49.
2. Шайхадинов А. А., Карпов И. В., Ушаков А. В., Меновщиков В. А. Исследование ресурса ножей рабочих механизмов для бестраншейного ремонта трубопроводов // Вестник КрасГАУ. 2014. № 7. С. 166–171.
3. Белый А. В., Карпенко Г. Д., Мышкин К. Н. Структура и методы формирования износостойкости поверхностных слоев. М. : Машиностроение, 1991. 257 с.
4. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М. : Машиностроение, 1982. 320 с.

ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Е.С. Мартемьянов*

Научный руководитель С.В. Мишнев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Технологические операции в обработке металлов давлением направлены на изменение геометрии формы исходной заготовки, изменение внутренней структуры в очаге деформации, на формирование эксплуатационных свойств готового изделия в соответствии техническим условиям.

В работе поставлены три задачи: во-первых, дать представление о напряженно-деформированном состоянии через рассмотрение смещения объемов при пластической деформации; во-вторых, показать взаимосвязь между нормальными и касательными напряжениями для любой наклонной площадки исследуемого сечения; в-третьих, на конкретном примере показать, как реализуется аналитическая и графическая модели при проектировании изделий в технологиях обработки металлов давлением, через принципы создания цифрового двойника.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, касательные напряжения, нормальные напряжения, цифровая модель, цифровой двойник, анимационная модель, САПР, CosmosXpress, SolidWorks®.

В металлосберегающих технологиях процессы обработки металлов давлением (ОМД) играют особую роль, так как операции ОМД позволяет получать заготовки, полуфабрикаты и готовые изделия требуемых форм, размеров и свойств путем пластического деформирования металла, то есть перераспределения его из одной части объема в другую. Сложный характер напряженно-деформированного состояния (НДС) после обработки заготовки давлением обязывает рассматривать структуру изделия, как структуру, обладающую различными свойствами в каждой его отдельной части.

Как следствие, на уровне проектирования заготовки необходимо учитывать структуру материала, условия эксплуатации готового изделия через анализ напряженно-деформированного состояния – определение опасного сечения.

Современное направление в проектировании технологий и изделий – это создание цифрового двойника. В основе создания цифрового двойника можно рассматривать создание цифровой имитационной модели, максимально наделенной по запросу свойствами физического аналога.

* © Мартемьянов Е.С., 2019

Требования к качеству и срокам проектирования конструкторско-технологической документации, изготовления готового изделия, к заданному уровню механизации и автоматизации технологического процесса, к чувствительности изменений запросов потребительского рынка, обязывает проводить проектные работы в цифровом поле.

Цель работы. На основе технологий 3D-моделирования исследовать в виртуальной цифровой среде схему НДС изделия-представителя (с учетом условий эксплуатации), с рекомендацией высокоэффективных возможных конструкторско-технологических решений.

Задачи. При исследовании виртуальной модели-представителя решалось три задачи:

- 1) представить аналитический и графический методы исследования НДС детали – представителя;
- 2) разработать в виртуальной среде цифровой двойник изделия-представителя и исследовать его НДС с учетом виртуальных условий эксплуатации в обособленном узле;
- 3) рекомендовать высокоэффективные возможные конструкторско-технологические решения по конструкции изделия-представителя.

В качестве физического прототипа изделия-представителя для создания единой виртуальной цифровой модели, которая включает в себя цифровую геометрическую 3D-копию, материал изготовления, с его свойствами и анимационную модель, с виртуальными условиями эксплуатации в отдельном узле, авторами была взята крышка крепительная буксы вагонных колес (рис. 1).



Рис. 1. Крышка крепительная буксового узла колесной вагонной пары:
а – букса в сборе; б – крышка крепительная УВ-32А (поз. 7)

Аналитический метод дает нам представление о НДС, о характере смещения объемов при пластической деформации. На рис. 2 представлен вид смещения объемов для плоского напряженного деформированного состояния.

Представленная на рис. 3 графическая модель НДС представляет характер установления взаимосвязи между нормальными и касательными напряжениями для любой наклонной площадки исследуемого сечения изделия-представителя.

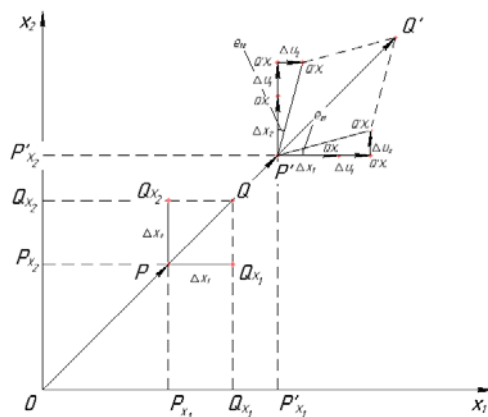


Рис. 2. Аналитическая модель характера дифференциального смещения объемов при пластической деформации при плоском напряженно-деформированном состоянии

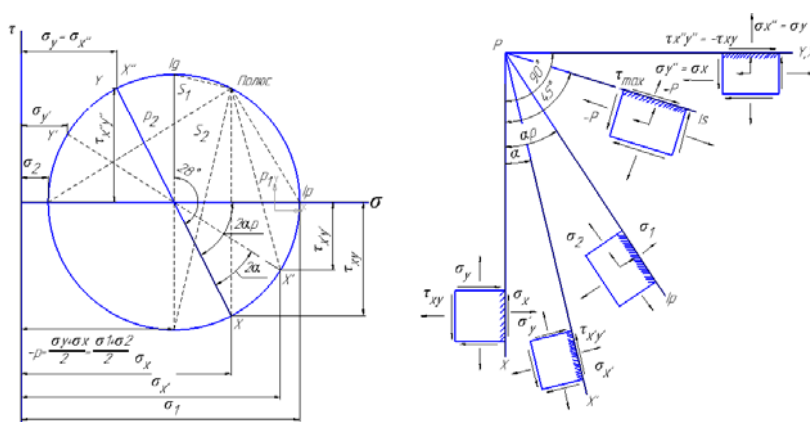


Рис. 3. Графическая модель установления взаимосвязи между нормальными и касательными напряжениями

Проектирование в виртуальной среде цифровых двойников изделий – представителя для технологий ОМД решает задачи аналитической и графической моделей. Однако завершенная цифровая модель должна быть информативна не только относительно геометрической формы, но и относительно материала, интегрированных свойств, отвечающим требованиям условий эксплуатации, а также и срока службы изделия в обособленном агрегате. Имеющийся опыт по созданию цифровых двойников показал высокую эффективность этого направления в сокращении сроков проектирования в рамках жизнедеятельности проекта, качества проектирования и тем самым увеличения активной фазы проекта.

В основу метода исследования модели напряженного состояния крышки крепежной взята программа COSMOSXpress – приложение, интегрированное в SolidWorks®. COSMOSXpress моделирует цикл проектирования и предоставляет информацию о возникающих напряжениях. При этом отображаются критические области и уровни прочности для различных участков исследуемой модели.

Алгоритм исследования:

- 1) моделирование трехмерной модели крышки крепительной (рис. 1, б);
- 2) моделирование трехмерной анимационной модели буксового узла с разрезом (рис. 6);
- 3) моделирование виртуальных условий эксплуатации и исследование НДС (рис. 7–10).

На рис. 4–6 представлены основные результаты 3D-проектирования в программе COSMOSXpress.

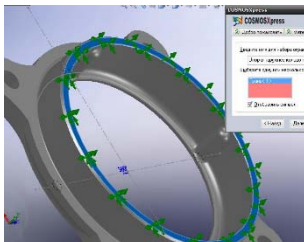


Рис. 4. Условия ограничения

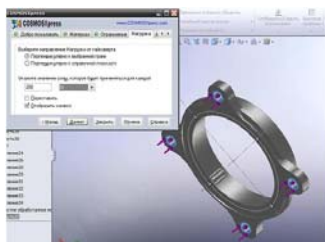


Рис. 5. Моделирование нагрузки при эксплуатации

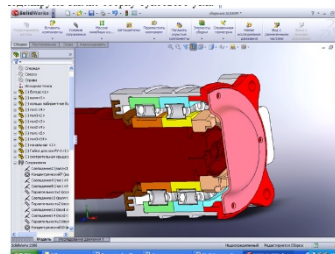


Рис. 6. Трехмерная анимационная модель буксового узла

После ввода исходных данных в программу CosmosXpress, результаты исследования упругих деформаций, возникающих в изделии, представлены в отчете HTML.

1. Напряжение: максимальное напряжение: $12,77 \text{ Н/м}^2 \cdot 10^8$ (рис. 7).
2. Перемещение: минимальное результирующее перемещение: 0 мм; максимальное результирующее перемещение: 0.804 мм (рис. 8).
3. Деформация: показывает изменение детали при деформации на самых минимальных значениях (рис. 9).
4. Проверка проектирования: показывает, что в детали нет зон, коэффициент безопасности которых менее единицы, а это означает, что деталь работоспособна и от прилагаемых усилий не разрушится (рис. 10).

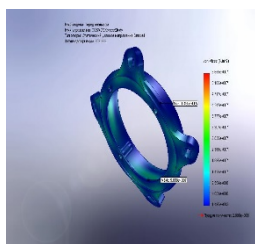


Рис. 7. Напряжение в детали

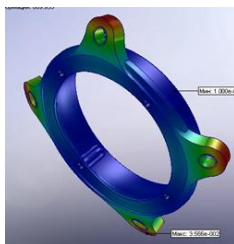


Рис. 8. Результирующее перемещение



Рис. 9. Наглядная деформация



Рис. 10. Проверка проектирования

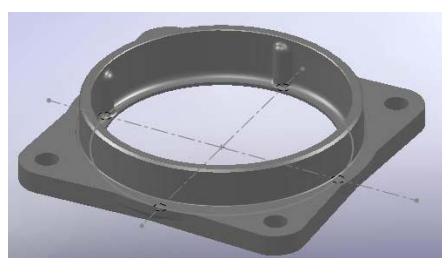
Было исследовано три модели модификации крышки крепительной. Результаты исследования (проект № 1) представлены в таблице в сравнении со штатной конструкцией для Стали 20 и усилием затяжки 300 Нм.

Таблица

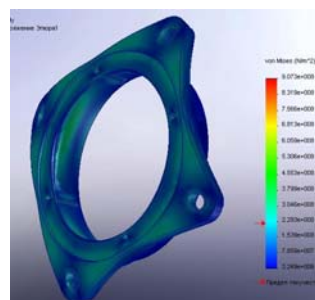
Модернизация	Коэффициент запаса прочности	Материал	Масса, кг	Максимальное возникающее напряжение, $\text{Н/м}^2 \cdot 10^8$	Уменьшение величины зазора на, мм
Штатная	1,72	Сталь 20	6,353	12,77	0,804
Проект № 1	3,90	Сталь 45	7,185	8,20	0,637

Вывод

Из данных таблицы видим, что конструктивные особенности крышки крепительной по проекту № 1 с использованием материала Сталь 45 при изготовлении имеют существенно улучшенные служебные характеристики.



увеличение объема «ушей»;



распределение напряжений

Рис. 11. Проект № 1

Список литературы

1. Алямовский А. А. SolidWorks/CosmosWorks Инженерный анализ методом конечных элементов. М. : LVR Пресс, 2004. 432 с. (Серия «Проектирование»)
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя : в 3 т. Т. 1. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1979. 728 с.
3. Писаренко Г. С., Агарев В. А., Квитка А. Л. и др. Сопротивление материалов / под ред. акад. АН УССР Г.С. Писаренко. 4-изд. перераб. и доп. Киев: Высшая школа, 1979. 696 с.
4. Мишнев С. В., Березюк В. Г., Бусыгин С. Л., Безруких А. А. Проектирование эксплуатационных свойств крышки крепительной буксы вагонных колес // Технологии и материалы. Технический научно-производственный журнал. 2016. № 4, октябрь-декабрь. С. 14. ISSN 2410-6437.

ПЕРЕВОЗКА ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКИ В ЛЕГКОВОМ АВТОМОБИЛЕ

А.И. Осипов*

Научный руководитель А.И. Демченко
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время тема маломобильных слоев населения наиболее актуальна. Согласно правительственному отчету, за 2018 г. на 31,7 % увеличилось число людей с инвалидностью, обучающихся по программам среднего профессионального образования. Количество студентов высших учебных заведений с ограниченными возможностями возросло на 8,33 % [1]. Отсутствие должной инфраструктуры является останавливающим фактором для людей с ограниченными возможностями. Непреодолимая тяга к знаниям снижается по мере ознакомления инвалида с реальными условиями обучения.

Для обеспечения равных условий для всех категорий граждан в Российской Федерации была запущена государственная программа «Доступная среда» [2]. Данная программа нашла множество последователей по всей стране. Не остался в стороне и Сибирский федеральный университет.

Помимо проблем с инфраструктурой в различного рода социальных заведениях, люди с ОВЗ (ограниченными возможностями здоровья) испытывают дискомфорт, связанный с передвижением на большие расстояния. Любое транспортное средство, начиная с автобуса и заканчивая инвалидной коляской, требует специального оснащения для использования их людьми с ОВЗ в целях передвижения на значительные расстояния. Кроме этого, инвалиду требуется помощник. Рассмотрим ситуацию с использованием личного автомобиля. После некоторых усилий человек с ОВЗ находится в автомобиле. Возникает несколько проблем: что делать с инвалидной коляской, куда ее убрать, как справиться с этим заданием без помощи ассистента.

Было проведено информационное исследование с целью выявления уже имеющихся разработок в этом направлении. На рис. 1 показан вариант значительной доработки салона автомобиля, при которой часть интерьера извлекается, а на ее место устанавливается специальный пандус.

На рис. 2 изображен еще один вариант доработки автомобиля. В этом случае выдвижное кресло – это опция завода изготовителя. Убрать инвалидное кресло в одиночку не представляется возможным.

* © Осипов А.И., 2019



Рис. 1. Вариант доработки автомобиля



Рис. 2. Вариант заводской доработки автомобиля

Совместно с научным руководителем был предложен вариант размещения специального подъемного механизма на крыше автомобиля (рис. 3).

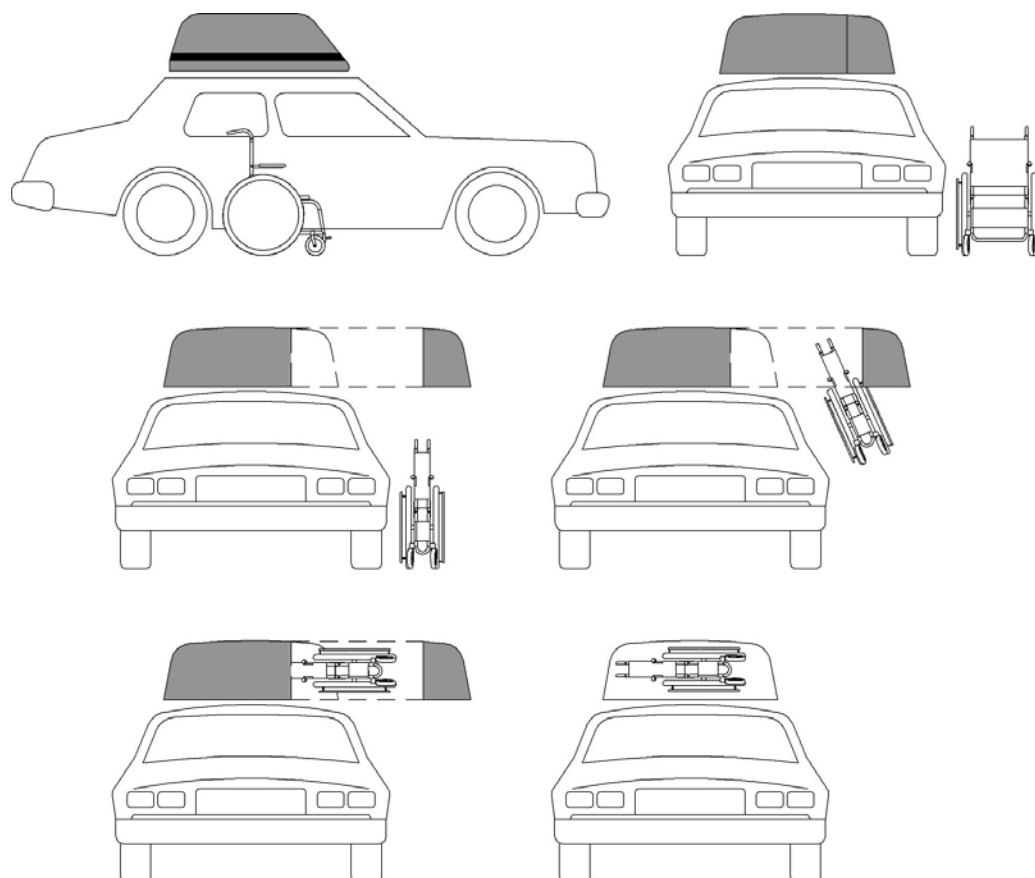


Рис. 3. Схема размещения подъемного механизма на крыше автомобиля

Предлагается установить на крышу легкового автомобиля рамную конструкцию. Рама выполнена из алюминиевого профиля, имеет подвижную и статическую часть. Средством защиты рамной конструкции от воздействий окружающей среды является пластиковый кофр. Подъемный механизм смонтирован на подвижную часть, оснащен электроприводом и лебедкой. Статическая и

подвижная части конструкции соединены между собой с помощью телескопических направляющих, которые позволяют выдвинуть одну из торцевых частей конструкции на определенное расстояние, чтобы появилась возможность зацепить инвалидную коляску. Лебедка оснащена приводной роликовой цепью, на конце которой находится специальный крюк. С помощью крюка можно зацепить инвалидную коляску, после чего лебедка поднимает крюк с коляской наверх. Коляска прячется внутри кофра в горизонтальном положении. Подвижная часть конструкции выполняет функцию ложементов для инвалидной коляски. Все электрические элементы питаются от бортовой сети автомобиля. Важно, чтобы коляска могла складываться. Съем инвалидной коляски производится в обратной последовательности. Весь цикл управляется с пульта, находящегося в салоне автомобиля.

В настоящее время ведется проектирование данного подъемного механизма. 3D-модель показана на рис. 4.

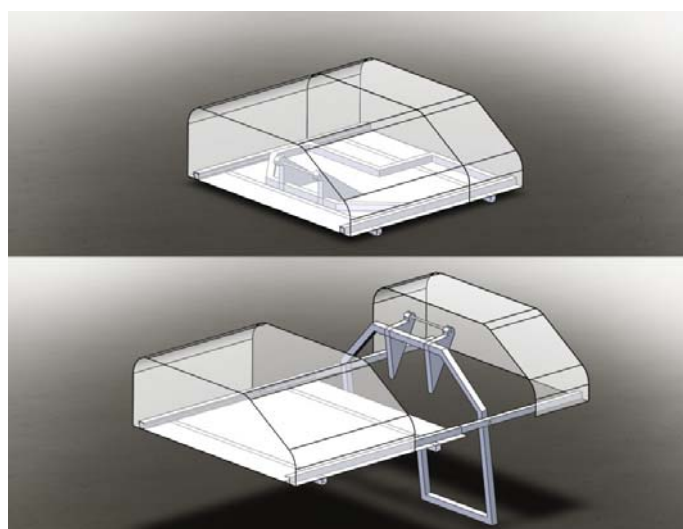


Рис. 5. 3D-модель проектируемого подъемного механизма

Данный механизм позволит людям с ОВЗ самостоятельно убрать инвалидную коляску, а также передвигаться на своем автомобиле, не прибегая к помощи сторонних лиц. Этот механизм не требует глобальных переделок салона автомобиля, как это показано в вариантах, упомянутых ранее.

Список литературы

1. Лестница к вузу: как университеты создают доступную среду для инвалидов // ТАСС: российское государственное информационное агентство федерального уровня. URL: <http://tass.ru/obschestvo/4286976>.
2. Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда» на 2011–2020 годы // Официальный сайт Министерства труда и социальной защиты РФ. URL: <https://rosmintrud.ru/ministry/programms/3/0>.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА В ПРОДУКТАХ ТВЕРДОФАЗНОГО СИНТЕЗА ПРИ ДЕФОРМАЦИИ КОМПОЗИТА Ti-Al

А.Е. Пермякова*

Научный руководитель Л.И. Квеглис
доктор физико-математических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Важным достоинством композиционных материалов Ti-Al является их малая плотность, обеспечивающая возможность получать в итоге композиты с высоким уровнем удельной прочности.

При пластической деформации в процессе спекания порошков Ti и Al формируется фаза TiAl₃. Эта фаза имеет более семи модификаций с различными кристаллическими структурами. [1]. Каждая структура имеет свои индивидуальные свойства. Проблема заключается в том, чтобы оптимизировать условия возникновения наиболее прочных модификаций TiAl₃ для управления технологическим процессом создания наиболее прочных и пластичных изделий из композитов на основе титан-алюминий. Целью работы является выявление условий формирования наиболее прочного соединения TiAl₃ среди множества полиморфных превращений с близкими энергиями образования.

Для исследования был взят многослойный образец Ti-Al, полученный динамическим методом на стандартном оборудовании Института гидродинамики имени Лаврентьева СО РАН. Для исследования структуры переходных зон полученных образцов использовали сканирующие электронные микроскопы с микроанализом TM-3000 и JEOL 7001F. Фазовый анализ проводили на рентгеновском дифрактометре фирмы «Bruker» в излучении меди.

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены изображения в сканирующем электронном микроскопе TM3000 пластически деформированного многослойного образца Ti-Al, подвергнутого ударному воздействию: изображение, полученное в электронах; в рентгеновских лучах и энергодисперсионный спектр, полученный с зоны, изображенной на рис. 1, б.

Из спектра флуоресцентного анализа видно, что образец не содержит примесей, сопутствующих титану и алюминию. Из рис. 1, а, б видно, что на границе между слоями титана и алюминия произошло перемешивание этих элементов. С целью определения фазового состава проводили рентгеноструктурный анализ. На рис. 2 приведена картина рентгеновской дифракции. Расшифровка дифракционного спектра приведена в таблице.

* © Пермякова А.Е., 2019

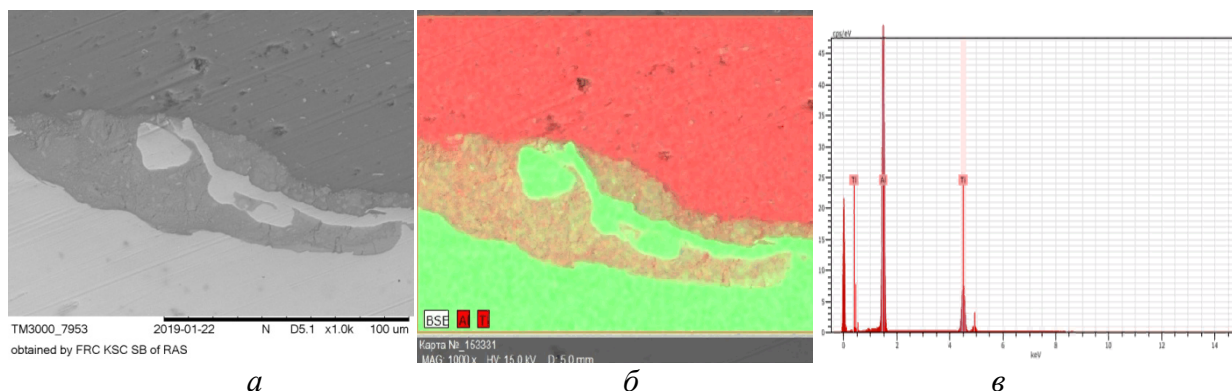


Рис. 1. Изображение, полученное: *a* – в электронах; *б* – в рентгеновских лучах; *в* – энергодисперсионный спектр, полученный с зоны, изображенной на рис. 1, *б*

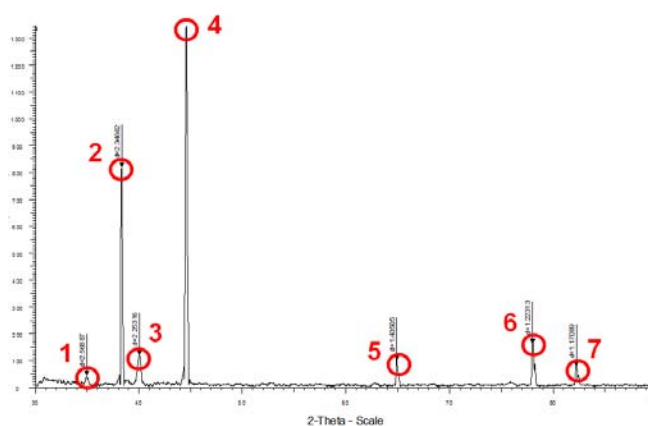


Рис. 2. Спектр дифракции рентгеновских лучей, полученный с наиболее искаженной пластической деформацией зоны

На картине рентгеновской дифракции красным цветом обозначены наиболее интенсивные линии, которые соответствуют титану и алюминию и обозначены в таблице нулевыми индексами. Около каждой линии видны сателлиты слабой интенсивности, которые соответствуют продуктам механохимической реакции. Рефлексы обозначены в таблице индексами 1 и 2.

В зоне локализации нагрузки произошла механохимическая реакция с образованием соединения $TiAl_3$ с разными типами кристаллической решетки, о чем свидетельствует таблица.

Расчет энергии перехода из фазы со структурой $I4|mmm$ в фазу со структурой $Pm\bar{3}m$:

$$\Delta E = K_B \Delta T, \quad \text{где } K_B = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.} \quad (1)$$

Перепад температуры 10 градусов, тогда $10 \cdot K_B \cdot N_{\text{авогадро}} = 8,314 \cdot 10 = 80$ Дж/К моль

Таблица

Номер линии	$2\theta^\circ$	$d_{эк}, \text{Å}$	TiAl ₃			
			Номер линии	$d, \text{Å}$	hkl	
1(1)	34,5	2,5923	1(0)	2,513	113	
1(0)	35	2,5636	2(0)	2,289	202	
2(1)	38,1	2,3559	4(0)	2,102	122	
2(0)	38,4	2,3441	5(0)	1,429	224 ; 006	
2(2)	39	2,3094	6(0)	1,129	620	
4(1)	44,2	2,04902	7(0)	1,129	620	
4(0)	44,5	2,03157	Табличные значения			
4(2)	44,9	2,01443	Ti		Al	
5(1)	62,8	1,47961	hkl	$d, \text{Å}$	hkl	$d, \text{Å}$
5(0)	65	1,43475	100	2,54	111	2,33
6(1)	75,9	1,25213	002	2,34	200	2,02
6(0)	78	1,22496	101	2,23	220	1,430
			102	1,72	311	1,219
6(2)	78,2	1,22232	110	1,470	222	1,168
			103	1,330	400	1,011
7(0)	82,2	1,17268	200	1,275	331	0,928
			112	1,248	420	0,905
7(1)	82,4	1,17034	201	1,230	422	0,826
					511	0,778

Перепад давления при прохождении пули через TiAl согласно расчетам [Волков и др.], составляет 13 ГПа. $V_1=15,929\text{Å}^3$ для I4/mmm, $V_2=15,737\text{Å}^3$ для Pm3m. Изменение объема на 1 атом составляет $0,192 \times 10^{-30}\text{м}^3$. Энергия перехода E в метастабильную фазу со структурой Pm3m равна $E = p \times (V_1 - V_2) = 13 \times 10^9 \times 0,192 \times 10^{-30} \times 6,02 \times 10^{23} = 14,87 \times 10^2 = 1,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$, что почти в 20 раз больше, чем требуется для перехода в фазу Al₃Ti со структурой Pm3m. Эта фаза имеет большую плотность и, следовательно, большую прочность. Полученные результаты показывают возможность образования фазы Al₃Ti со структурой Pm3m на наномасштабном уровне. При пластической деформации за счет искривления кристаллической решетки на наномасштабном уровне возникают метастабильные фазы. Движущей силой формирования фазы Al₃Ti со структурой Pm3m на наномасштабном уровне может быть кривизна кристаллической решетки, обеспечивающая быстро протекающий массоперенос атомов Al и Ti.

Вывод

Выявлены условия получения модификации Al₃Ti со структурой Pm3m, обладающей большей прочностью. Результаты могут быть использованы при разработке композита титан-алюминий с повышенной прочностью.

Список литературы

1. Ghosh G., Asta M., First-principles calculation of structural energetics of Al – TM (TM = Ti, Zr, Hf) intermetallics // *ActaMaterialia* 53, 2005.
2. Горелик С. С., Скаков Ю. А., Расторгуев Л. Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. М. : МИСИС, 1994.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ДЕГРАДАЦИЮ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ПАРОПРОВОДОВ ИЗ СТАЛИ 12Х1МФ

А.А. Худяева, О.А. Масанский*

Сибирский федеральный университет

Ключевые слова: деградация структуры; сфероидизация; межкристаллитная коррозия; паропровод.

Введение

Эксплуатация котельного оборудования тепловых электростанций происходит под воздействием механических и температурных напряжений, статических и динамических нагрузок, коррозионно-активных сред, компенсационных нагрузок и т. п. Результатом такого воздействия являются изменения структурно-фазового состава, повреждения поверхностей нагрева и внутренних частей, обусловленные протеканием коррозионно-эрозийными процессами.

Деградация структуры, возникновение напряжений, коррозионных язв и др. в металле элементов такого оборудования приводит к возникновению рисков аварийных ситуаций, неплановых остановов, отказа оборудования и т. п. Поэтому комплексный подход, включающий изучение многофакторного воздействия на изменение структуры и возникновение повреждений поверхностей нагрева металла котельного оборудования для проведения анализа причин повреждений с целью определения ресурса работоспособности, с применением современных методик имеет особую актуальность.

Влияние условий эксплуатации металла котельного оборудования на повреждаемость и долговечность

Металл паропроводов, пароперегревателей, коллекторов и других элементов котла ТЭС, эксплуатация которых происходит при температурах пара выше 500 °С, с течением времени претерпевает фазовые и структурные превращения и, как следствие, изменение механических свойств. В результате длительного воздействия высоких температур и давлений непрерывно протекают процессы, приводящие как к упрочнению, так и к разупрочнению стали.

Изучение процессов, протекающих в металле в результате воздействия высоких температур в течение длительного времени, имеет большое значение для обеспечения и повышения эксплуатационной надежности котельного оборудования.

Все структурные изменения, которые происходят в перлитных сталях, к которым относятся стали 16М, 12МХ, 15ХМ и 12Х1МФ в процессе их эксплуатации, можно свести к следующим основным моментам: изменения в феррите и перлите и изменения по границам зерен [1, 2].

* © Худяева А.А., Масанский О.А., 2019

Исследование микроструктуры и свойств

Проведенные исследования позволяют определить влияние длительного воздействия температуры и давления на деградацию микроструктуры, проводимой на образцах, вырезанных из паропроводов, изготовленных из стали 12Х1МФ. Исходная структура стали 12Х1МФ состоит из феррита пластинчатого перлита (рис. 1, *а*). На начальном этапе процесса эксплуатации наблюдается выделение дисперсных фаз в твердом растворе и сфероидизация цементита в перлите (рис. 1, *б*). Изменения в структуре металла, непрерывно протекающие в течение длительного времени, оказывают влияние на комплекс механических свойств: выделение карбидной фазы в твердом растворе приводит к повышению твердости и прочности за счет эффекта дисперсионного твердения. В табл. 1 приведены результаты изменения микротвердости структурных составляющих стали до и после эксплуатации.

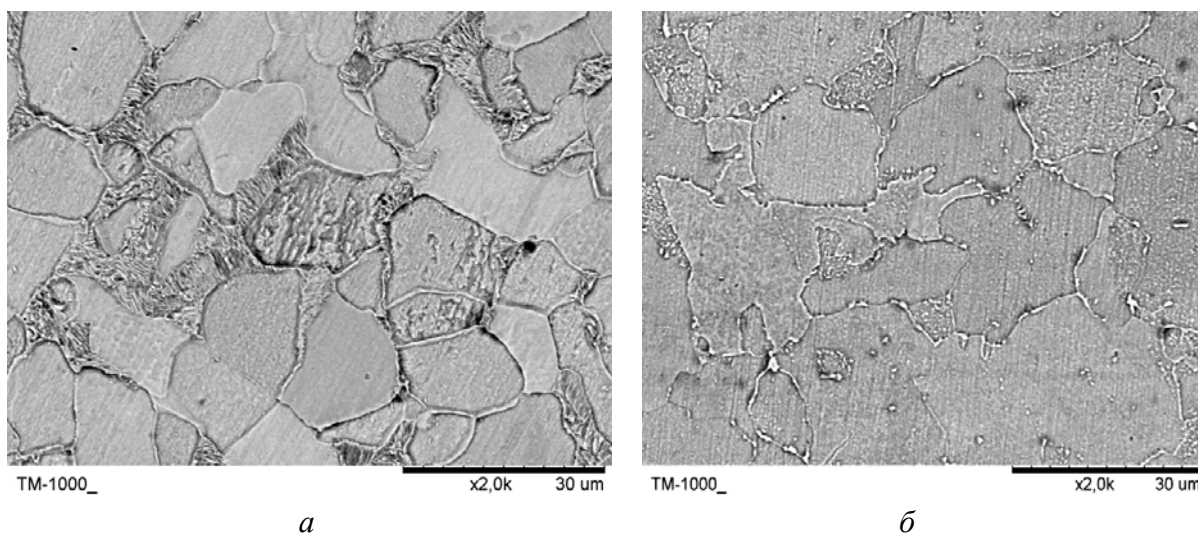


Рис. 1. Микроструктура стали 12Х1МФ, $\times 2000$:
а – исходная структура; *б* – после эксплуатации

Таблица 1

Микротвердость (МПа) структурных составляющих стали 12Х1МФ

До эксплуатации		После эксплуатации	
феррит	перлит	феррит	перлит
650	1 750	1 144	2 450

Повышение твердости металла характерно на начальной стадии процесса. Дальнейшая эксплуатация приводит к протеканию сфероидизации и, как следствие, снижению твердости. Увеличение размеров карбидной фазы ускоряет процессы ползучести и приводит к снижению срока эксплуатации.

Отличительной особенностью исследованных паропроводов со сроком эксплуатации более 100 тыс. ч является наличие структуры, состоящей из фер-

рита и вторичной фазы, расположенной в виде непрерывной цепочки по границам зерен феррита (рис. 2).

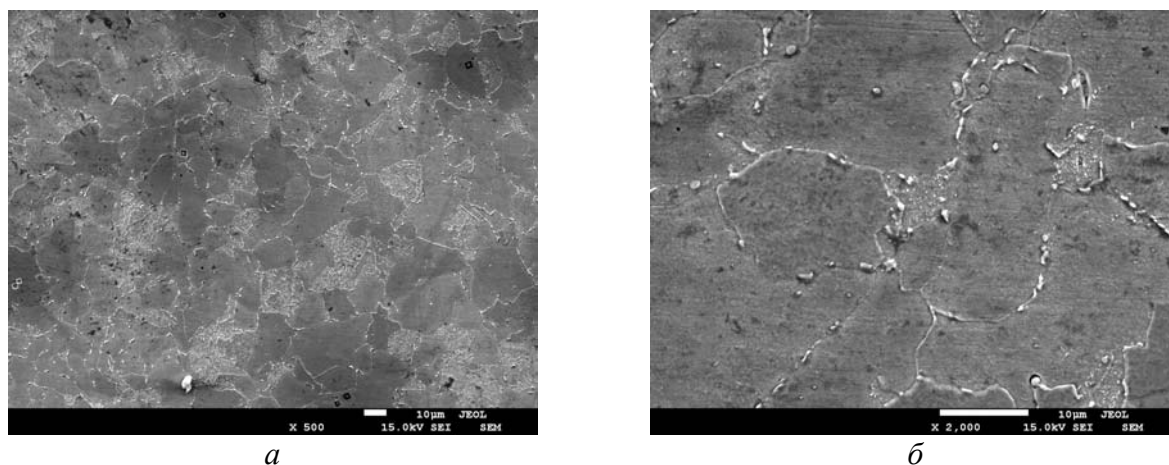


Рис. 2. Микроструктура стали 12X1MФ, наблюдается выделение вторичной фазы по границам зерен: *а* – $\times 500$, *б* – $\times 2000$

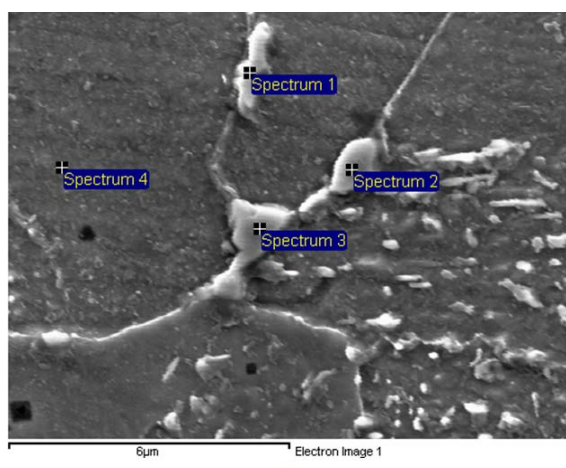


Рис. 3. Энергодисперсионный анализ

Проведенный энергодисперсионный анализ отдельных фаз (рис. 3) показывает (табл. 2) большое содержание углерода и легирующих карбидообразующих элементов (хром, ванадий, молибден) во вторичной фазе (спектры 1, 2, 3) и их практическое отсутствие в спектре 4, соответствующем твердому раствору. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что по границам зерен происходит выделение карбидной фазы. Выделение карбидной фазы обусловлено протеканием ускоренной диффузии легирующих элементов к границам зерен, под влиянием высоких температур.

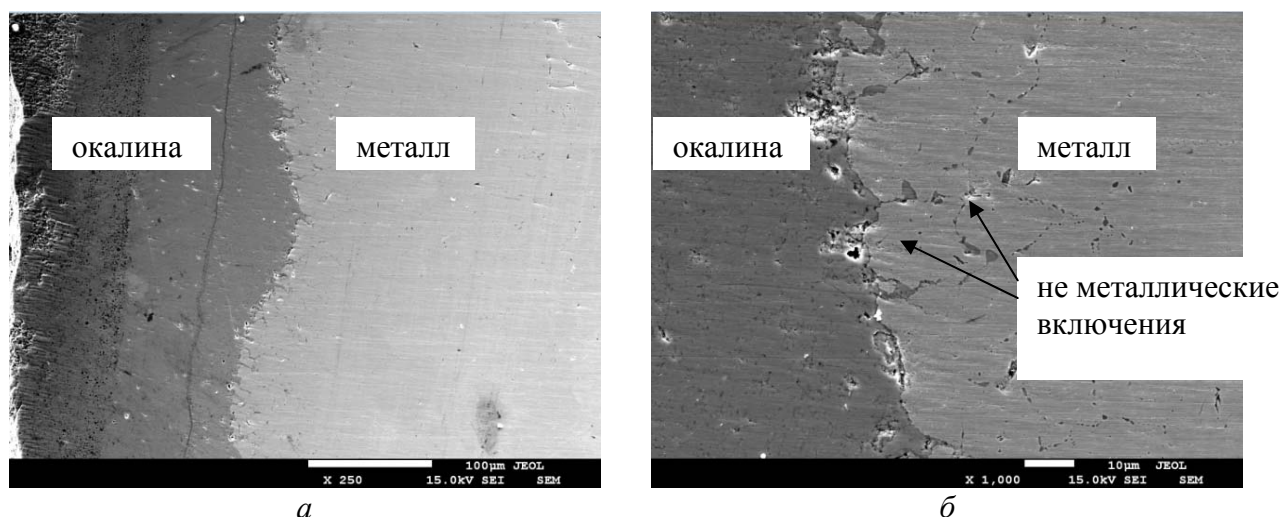
Образование карбидной фазы приводит к обеднению твердого раствора (феррита) легирующими элементами, что приводит к снижению прочности и, как следствие, понижению предела ползучести.

Результаты энергодисперсионного анализа

Спектр	Содержание, %				
	C	Cr	V	Fe	Mo
Spectrum 1	26,85	3,31	1,47	65,05	3,32
Spectrum 2	31,33	9,12	5,20	50,97	3,39
Spectrum 3	34,80	8,97	4,81	48,32	3,11
Spectrum 4	–	1,20	–	98,80	–

Коррозия стали

Проведенный структурно-фазовый анализ наружного коррозионного слоя (окалина), образованного в результате воздействия топочных газов при сгорании угольной пыли, показал, что слой представляет гетерогенную систему, состоящую из нескольких зон (рис. 4, *a*). Образование коррозионного слоя приводит к обеднению твердого раствора легирующими элементами и снижению его коррозионной стойкости. Снижению коррозионной стойкости также способствует формирующаяся по границам зерен карбидная фаза. Карбиды и феррит обладают разностью потенциалов, которая при наличии электролита приводит к образованию гальванических пар и, как следствие, протеканию электрохимической коррозии. Проведенные металлографические исследования на не травленых образцах (рис. 4) показывают наличие неметаллических включений по границам зерен.

Рис. 4. Газовая коррозия: *a* – $\times 250$; *b* $\times 1000$

Энергодисперсионный анализ точечных спектров (рис. 5, табл. 3) показывает большое содержание кислорода в спектрах 1, 2 и его отсутствие в спектре 3.

Результаты энергодисперсионного анализа

Спектр	Содержание, %		
	O	Cr	Fe
Spectrum 1	25,98	–	74,02
Spectrum 2	25,28	2,06	72,67
Spectrum 3	–	0,91	99,09

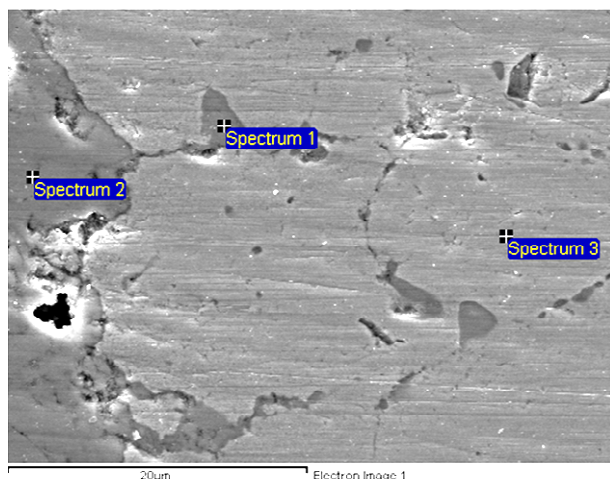
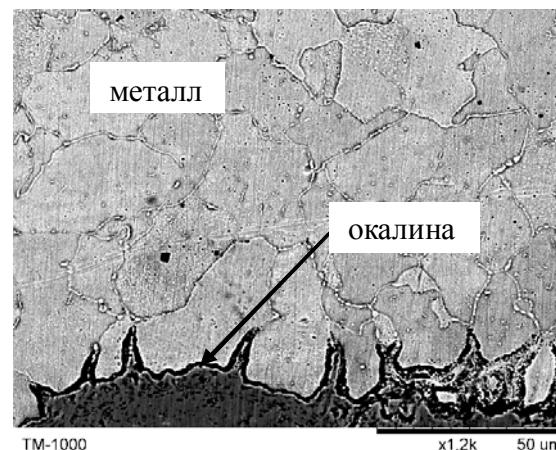


Рис. 5. Энергодисперсионный анализ

Рис. 6. Межкристаллитная коррозия, $\times 1200$

Наличие кислорода в спектрах 1 и 2 позволяет сделать вывод, что образующиеся не металлические включения являются оксидами железа и свидетельствуют о протекании коррозионных процессов.

Металлографические исследования, проведенные на травленых образцах, показывают, что образование коррозионных язв происходит по границам зерна феррита и носят межкристаллитный характер (рис. 6).

Выводы

Проведенные исследования деградации структуры стали 12Х1МФ в процессе длительной высокотемпературной эксплуатации показывают протекание фазовых и структурных превращений на различных сроках эксплуатации, приводящих к сфероидизации карбидной фазы и обеднению твердого раствора легирующими элементами, что приводит к значительному снижению прочностных характеристик. В результате воздействия атмосферы топочных газов на наружную поверхность трубы происходят коррозионные процессы, приводящие к протеканию межкристаллитной коррозии.

Список литературы

1. Бугай Н. В., Шкляр М. И. Неразрушающий контроль металла теплоэнергетических установок. М. : Энергия, 1978. 120 с. [N. V. Bugay, M. I. Shklya-

rov. Nondestructive control of metal of heat and power plants. Moscow: Energy, 1978. 120 p.].

2. Баландина М. Ю. Влияние структурно-механической неоднородности на повреждаемость и долговременную прочность металла высокотемпературного оборудования ТЭС. Автореферат на соискание ученой степени канд. техн. наук. СПб: 2008 г. [Balandina M. Yu. The effect of structural-mechanical heterogeneity on the damageability and long-term strength of the metal of high-temperature equipment of thermal power plants. Abstract for the degree of candidate of technical sciences. St. Petersburg: 2008].

Металлургия и обогащение минерального сырья

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПЛИТ ИЗ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-MG-SC

И.В. Богатырев, Р.С. Гараев*

Научный руководитель Г.С. Саначева
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время фактор снижения веса летательных аппаратов при сохранении уровня надежности приобретает широкое значение [1]. Для изготовления конструкций ракетно-космической техники часто используется полуфабрикаты сплава системы Al-Mg [2]. Сплавы Al-Mg-Sc по уровню механических свойств превосходят аналогичные полуфабрикаты из сплавов Al-Mg [3]. Применение Al-Mg-Sc сплавов в конструкциях летательных аппаратов даёт значительный выигрыш в весе [4]. Увеличение размеров космической техники ведёт к увеличению габаритов полуфабрикатов. Несмотря на то, что на одном из предприятий России имеется более чем 30-летний опыт изготовления полуфабрикаты из сплавов системы Al-Mg-Sc [6, 7], до сих пор не решён вопрос получения стабильных свойств крупногабаритных полуфабрикатов из данных сплавов.

Материалы и методы исследования

В процессе проведения работы была разработана технология приготовления сплава, разработан и внесён в базу данных регламент литья слитков сечением $300 \times 1\ 100$ мм (слиток № 1), а также $400 \times 1\ 630$ мм (слиток № 2) из сплава Al-Mg-Sc. По разработанному регламенту произведена отливка слитков. Проведено исследование свойств слитков при комнатной температуре и температуре деформации.

Из слитков сечением $300 \times 1\ 100$ мм были прокатаны плиты размером $30\text{--}35 \times 1\ 800 \times 2\ 000$ мм. Из слитков сечением $400 \times 1\ 630$ мм прокатаны плиты размером $28\text{--}32 \times 3\ 200 \times 3\ 200$ мм.

Произведено всестороннее исследование структуры слитков и плит. Проведено исследование макроструктуры плоских слитков сплава марки Al-Mg-Sc. По результатам испытаний выявлена удовлетворительная структура. Рисунок демонстрирует различие в зернёной структуре сплавов Al-Mg и Al-Mg-Sc. Кристаллизация сплава Al-Mg протекает по ячеисто-дендритному механизму роста, ветви дендритов хорошо различимы в микроструктуре (рисунок, а). Средний размер зерен составляет ~ 200 мкм. Введение комплекса модифицирующих добавок, среди которых ведущую роль в измельчении зерна играет скандий [5], существенно изменяет структуру слитка.

* © Богатырев И.В., Гараев Р.С., 2019

Модифицирование сплава Al-Mg скандием приводит к формированию в сплаве Al-Mg-Sc в литом состоянии мелкозернистой структуры с равноосной формой зерен, близкой к полиэдрической. Зерна «очерчены» тонкими границами фаз кристаллизационного происхождения (рисунок, б, в).

Анализ строения и размера зерна слитков сплава Al-Mg-Sc показал стабильную субзеренную микроструктуру.

Следует отметить, что для слитков № 1, 2 зафиксированы различия в размерах зерен как по среднему значению, так и в различных зонах слитка. Независимо от зоны выборки (периферийные области, $\frac{1}{4}$ толщины, $\frac{1}{2}$ толщины) слиток № 2 характеризуется большим размером зерна. Средние размеры зерна по толщине слитков составили 50 ± 3 мкм для слитка № 1 и 70 ± 20 мкм для слитка № 2.

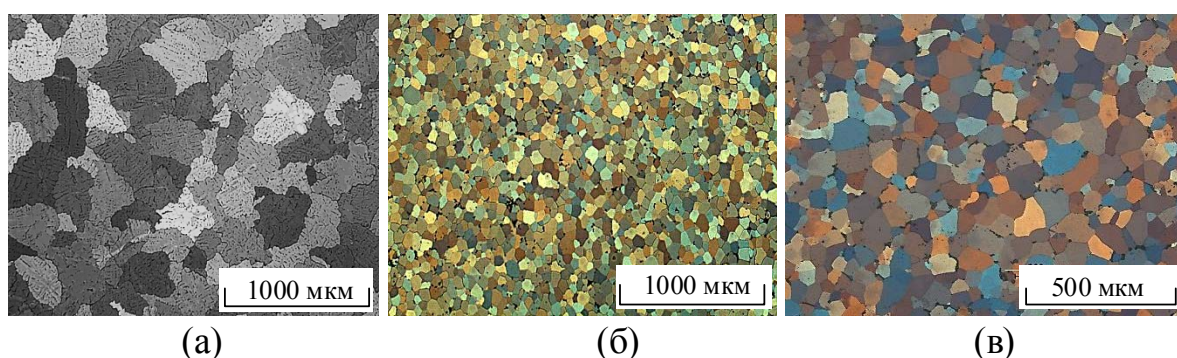


Рис. 1. Субзеренная микроструктура плоских слитков:
а – Al-Mg; б – Al-Mg-Sc (Слиток № 1); в – Al-Mg-Sc (Слиток № 2).

Отработана технология литья крупногабаритных плоских слитков из сплавов Al-Mg-Sc и технология изготовления крупногабаритных плит на новом стане горячей прокатки. Проведены испытания механических свойств и всесторонние исследования.

Всесторонние исследования показали значительное влияние фактора размерности на структуру слитков и плит.

Установлено, что основными механизмом упрочнения в сплавах Al-Mg-Sc являются твёрдорастворный и деформационный механизм.

Список литературы

1. Бондарев Б. И., Чуйко В. М., Кузнецов А. Н., Сигалов Ю. М., Фридляндер И. Н., Полькина И. С. Перспективные технологии легких и специальных сплавов. К 100-летию со дня рождения академика А. В. Белова. М. : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2006. 432 с.
2. Polmear I. Light alloys. From traditional alloys to nanocrystals. Burlington : Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2006. 421 p.
3. Филатов Ю. А. Развитие представлений о легировании скандием сплавов Al-Mg // Технология легких сплавов. 2015. № 2. С. 19–22.

4. Яценко С. П., Диев В. Н., Овсянников Б. В. Новые горизонты скандия // *Металлы Евразии*. 2004. № 4. С. 60–63.

5. Захаров В. В., Елагин В. И., Ростова Т. Д., Филатов Ю. А. Металловедческие принципы легирования алюминиевых сплавов скандием // *Технология легких сплавов*. 2010. № 1. С. 67–73.

6. Reznik P. L., Chikova O. A., Ovsyannikov B. V. Effect of Modes of Homogenization of Ingots on the Microstructure, Phase Composition and Mechanical Properties of Alloy 01570 at Elevated Temperatures // *Metal Science and Heat Treatment*. 2016. Vol. 58, № 3–4. P. 202–208.

7. Ovsyannikov B. V. Influence of Scandium Content, Additional Alloying Elements and Strain Parameters on Properties of AlMgSc System Alloy Products // *Proceedings of the 12th International Conference on Aluminium Alloys*, September 5-9, 2010, Yokohama, Japan.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО РАФИНИРОВАНИЯ СВИНЦА

Л.А. Волкова*

Научный руководитель Н.В. Олейникова
доктор технических наук

Сибирский федеральный университет

Современный рынок свинца характеризуется высокими требованиями к качеству металла, что обусловлено соответствующими нормами для производства продукции, в том числе кислотных аккумуляторов. Установлено, что период эксплуатации аккумуляторов возрастает с повышением качества используемого в их производстве свинца.

В настоящее время существует два принципиальных подхода к проблеме рафинирования черного свинца. Это пиропроцесс, основанный на ликвационной очистке металла от примесей, и электрохимический, основанный на учете специфики электрохимических свойств свинца и присутствующих в нем металлов-примесей [1]. Недостатки пирометаллургического рафинирования связаны со снижением прямого извлечения свинца на 20–25 % и получением металла марок не выше С1 и С2. Процесс характеризуется растянутостью во времени при использовании реагентов, обеспечивающих ликвационное выделение химических соединений (примесей).

Электрохимическое рафинирование связано с использованием ряда специфических свинецсодержащих электролитов (таблица), отличающихся сравнительно низким содержанием металла. Из приведенных данных следует обратить внимание на низкие плотности тока, изменяющиеся в интервале 130–240 А/м² при расходе электроэнергии 180–300 кВт·ч на тонну рафинированного свинца [2].

Общими недостатками осуществления электролиза в указанных средах является сложность приготовления электролитов, дендритообразование, невысокая концентрация металла в рабочем растворе. Попытки снижения скорости деполяризации катодов введением разнообразных поверхностно-активных добавок оказались малоэффективными. При этом выявилось отсутствие обоснованного подхода к выбору для этой цели поверхностно-активных веществ. Используемые электрохимические системы позволяют обеспечивать регулирование плотности тока (производительности) в ограниченном интервале изменения.

Целью настоящей работы является исключение указанных недостатков при соответствующем выборе новой электрохимической среды.

Предложено использование в качестве электролита азотнокислой среды [3, 4]. Выбор электролита обусловлен следующими причинами:

- высокая растворимость свинца (325 г/дм³ при 20 °С [5]);

* © Волкова Л.А., 2019

– малая устойчивость нитратных комплексов свинца ($K_u \approx 1$ [5]).

Таблица

Показатели электролитического рафинирования черного свинца на существующих предприятиях

Состав электролита, г/дм ³		Показатели электролиза	
свинца кремнефтористого	80–90	выход по току, %	96–97
кремнефтористой кислоты	75–105	напряжение на ванне, В	0,4–0,6
сульфаминовой кислоты	45–50	расход электроэнергии, кВт·ч/т.	110–210
Свинца	80–85	скорость циркуляции раствора, дм ³ /мин	11–21
Режим электролиза:		срок службы катодов, сут.	2–6
плотность тока, А/м ²	110–240	срок службы анодов, сут.	4–12
температура электролита, °С	32–48	выход анодного скрапа	23–40
		выход сухого шлама, %	1,2–5

При этом азотнокислые среды характеризуются накапливанием разнообразных азотсодержащих окислителей, которые представляются потенциальными деполяризаторами катода, что может негативно повлиять на катодный выход по току свинца. Определены условия подавления «паразитных» процессов.

В исследованиях использовали потенциостатический метод для снятия вольт-амперных кривых. Для измерений использовали потенциостат-гальваностат Autolab pgstat 302n с усилителем тока Booster 20A, управляемый с помощью программного обеспечения Nova 2.1.2. На начальном этапе оценено влияние на величину стационарного потенциала, концентрации металла в растворе, pH среды, материала катода. Результаты потенциометрических измерений были положены в основу дальнейших исследований катодного восстановления свинца.

Исследования по влиянию величины плотности тока проводили на лабораторной установке, схема которой приведена на рисунке. В качестве материалов для изготовления электродов использовали свинец марки С0. Содержание свинца в электролите изменяли от 170 до 245 г/дм³, при общей кислотности раствора, соответствующей значению pH = 3,5–4. В процессе исследований электролиза важное значение имела скорость циркуляции электролита, которая составляла 1,5 дм³/мин (объем ванны 0,5 дм³). Плотность тока регулировали в интервале от 200 до 1400 А/м². В ходе электролиза контролировали анодный и катодный выходы по току, напряжение на ванне, изменение концентрации в электролите свинца и свободной кислоты.

Установлено, что в указанном интервале изменения плотности тока сохраняется постоянство выхода по току на уровне 98–98,5 %. Наблюдается примерно пропорциональное возрастание массы восстанавливаемого металла изменению плотности тока.

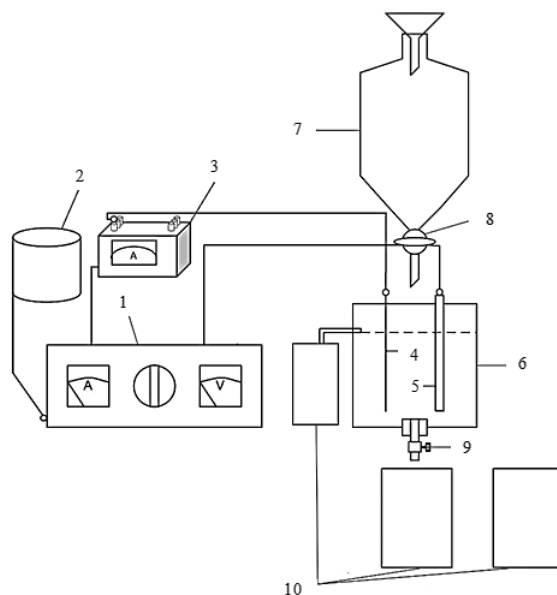


Рис. Схема лабораторной установки: 1 – выпрямитель (ВСА-5КМ-УЗ); 2 – автотрансформатор (Латр-1М); 3 – вольтамперметр (М2018); 4 – катод; 5 – анод; 6 – ванна; 7 – напорная емкость; 8 – вентиль; 9 – зажим; 10 – приемная емкость

Экспериментальные данные подтверждают ранее высказанное предположение о том, что процесс электролитического рафинирования свинца возможно проводить в растворах азотнокислого свинца при высоких значениях плотности тока, не снижая при этом экономической эффективности процесса. Необходимо отметить, что активное дендритообразование наблюдается во всем исследуемом интервале токовой нагрузки. Для исключения негативных последствий данного явления будет предложена усовершенствованная модель электролизера

Предлагаемая электрохимическая система для рафинирования свинца обеспечит снижение совокупных затрат на производство электролита по сравнению с существующими примерно в 2–2,5 раза, стабильно высокий катодный выход по току – более 98 %, что на 1,5–3 % выше, чем на современных производствах, при плотности тока, достигающей $1\,400\text{ А/м}^2$. Расход электроэнергии не превышает 725 кВт-час на тонну рафинированного металла. Используемая электрохимическая система является экологически безопасной.

Список литературы

1. Лоскутов Ф. М. *Металлургия свинца*. М. : *Металлургия*, 1965. 528 с.
2. Баймаков Ю. В., Журин А. И. *Электролиз в гидрометаллургии*. М. : *Металлургия*, 1982. 376 с.

3. Хан О. А., Струнников С. Г., Манашева В. К. Электролитическое выделение свинца из азотнокислых растворов // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. 2009. № 2. С. 64–70.

4. Патент РФ № 2294984, МПК С22В13/06, Способ электролитического рафинирования свинца / Чекушин В. С., Бакшеев С. П., Олейникова Н. В.; заявитель и патентообладатель Чекушин В. С., ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ». № 2004138315/02; заявл. 27.12.2004; опубл. 10.03.2007.

5. Справочник химика : в 5 т. Т. 3 / под. общ. ред. Б. П. Никольского. М. : ГХИ, 1963. 1003 с.

АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ С ХВОСТАМИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУД

И.Л. Гравдан*

Научный руководитель Е.А. Бурдакова
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При обогащении медно-никелевых руд образуется большое количество хвостов со значительным содержанием ценных компонентов. Высокое содержание ценных компонентов в хвостах обусловлено повышенной сложностью извлечения ценных компонентов из руд данного типа, для которых характерно разнообразие минеральных форм, переменные соотношения в них меди и никеля, тонкое взаимное прораствание и наличие нескольких кристаллических модификаций одного и того же минерала.

Целью работы является анализ потерь ценных компонентов с хвостами при переработке медно-никелевых руд.

Объектом исследования выбраны медно-никелевые руды, перерабатываемые Талнахской обогатительной фабрикой.

Анализ вещественного состава сульфидных медно-никелевых руд различных месторождений показывает, что для них характерна постоянная рудная ассоциация пирротин-пентландит-халькопиритового состава, сопровождающаяся близкими второстепенными и редкими минералами.

Руды Норильских месторождений труднообогатимы, так как по сравнению с зарубежными имеют более тонкую вкрапленность сульфидов. Кроме того, в этих рудах гексагональный пирротин преобладает над моноклинным, что не позволяет выделить пирротин методами магнитной сепарации и улучшить соотношение ценных минералов и сульфидов железа при флотации [1].

Для проведения научных изысканий на Талнахской обогатительной фабрике были отобраны часовые пробы хвостов коллективной флотации. Далее собранный материал был переправлен на кафедру Обогащения полезных ископаемых Сибирского федерального университета. Часовые пробы были объединены в сменные, от которых были отобраны навески для дальнейших испытаний.

Проведены минералогические исследования хвостов коллективной флотации. Они состоят из 90 % нерудных минералов. В рудную часть входят: *пирротин*, который представлен свободными зернами, чаще изометричной формы с угловатыми очертаниями. *Пентландит* встречается исключительно в виде структур распада в пирротине, включения его имеют ланцетовидную форму.

Нерудные минералы: *магнетит* образует преимущественно свободные зерна угловатой изометричной формы. Часта его ассоциации с ильменитом, с которым он образует как простые сростки, так и структуры распада. *Халькопи-*

* © Гравдан И.Л., 2019

рит – встречается гораздо реже пирротина и магнетита. Свободных зерен почти нет, весь халькопирит в сростках с нерудными минералами и с пирротинном (реже). В ассоциации с нерудными минералами может образовывать как простые сростки, характеризующиеся наличием свободных границ, так и капельные выделения в реликтах вмещающих пород. В ассоциации с пирротинном встречается в виде сростков и тонкой вкрапленности в последнем. Ильменит – встречается единично в основном в ассоциации с магнетитом.

Пробы исходного материала были рассеяны на фракции по классам крупности и отправлены на проведение масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой с целью выявления содержания благородных металлов. По результатам анализов выяснилось, что содержание серебра в хвостах коллективного цикла 63 г/т. Стоит отметить, что хвосты данного передела направляются в хвостохранилище.

Первоначально был выполнен рассев пробы с целью определения содержания класса крупности – 0,044 мм. Результатом поставленного опыта стало то, что содержание класса в исходной пробе составляет 40,5 %, что не соответствует технологическому регламенту, по которому содержание класса должно составить около 65 %.

Гравитационное тестирование. Были проведены гравитационные тесты хвостов коллективной флотации на центробежном концентраторе Falcon L40. Результаты гравитационных тестов свидетельствуют, что концентрации не произошло, извлечение в тяжелый продукт в среднем составляет 5 %.

Для интенсификации процесса флотации был проведен процесс обновления поверхности (далее оттирка) при помощи кратковременного измельчения в шаровой мельнице, с соотношением навески, воды, шаров 1:0.5:8.

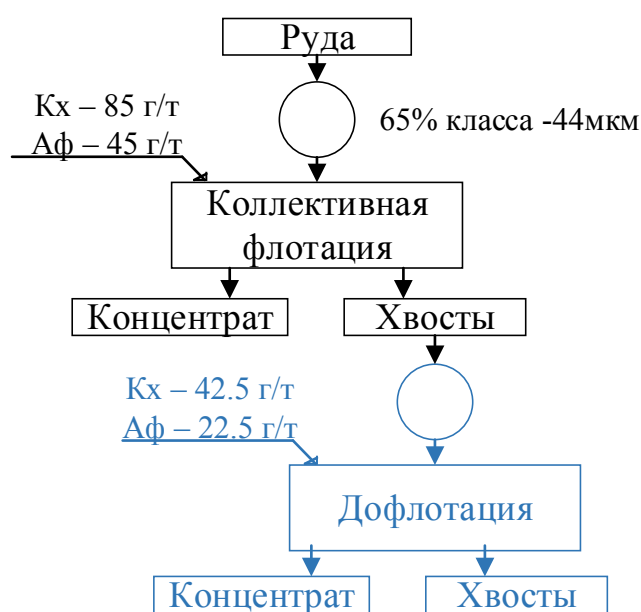


Рис. 1. Технологическая схема (синим указана область исследований данной работы)

Были проведены опыты по доизвлечению ценных компонентов из хвостов коллективной флотации с реагентным режимом, представленным на рис. 1 и временем флотации 3 минуты, в ходе которых было определено, что при оттирке в течение 6 минут извлечение ценных компонентов в среднем увеличилось в 3 раза. Результаты представлены на рис. 2.

Также был поставлен дофлотационный эксперимент по влиянию медного купороса на извлечение ценных компонентов. Значение показателя возросло по меди на 2,8 %, по никелю на 4,3 %. Результаты представлены на рис. 3.

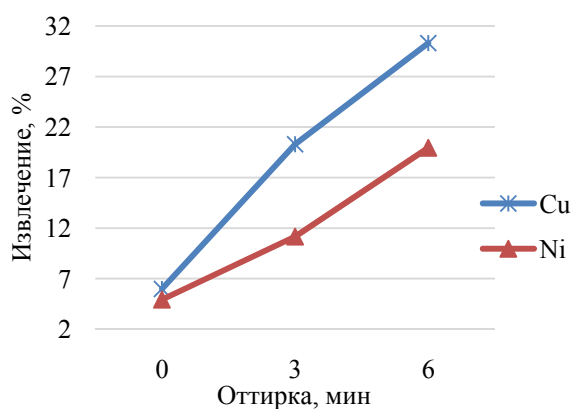


Рис. 2. Зависимость извлечения от продолжительности оттирки

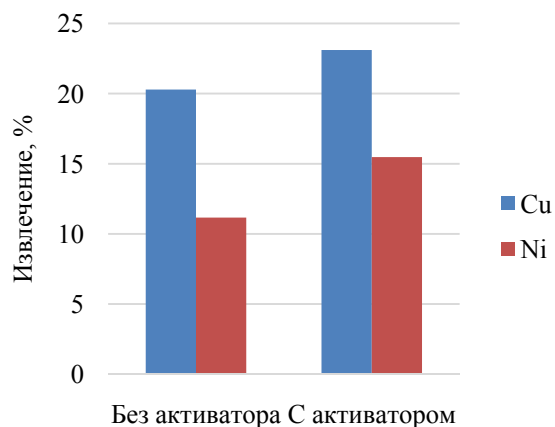


Рис. 3. Зависимость извлечения от введения активатора в процесс

В рамках данной работы планируется провести исследования по дофлотации при доведении тонины помола до 85 % класса крупности – 0,044 мм, а также при изменении номенклатуры реагентов, в отличие от оригинальной.

Список литературы

1. Ломоносов Г. Г., Туртыгина Н. А. Влияние вещественного состава руд на показатели переработки // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 2. С. 314–320.

**ФЛОТАЦИОННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ПРОДУКТОВ СОРТИРОВКИ
РУДНОЙ ГАЛИ ТАЛНАХСКОЙ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ****Л.Е. Дьяченко***

Научный руководитель Е.А. Бурдакова

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На большинстве обогатительных фабрик, перерабатывающих руды цветных металлов, в первой стадии измельчения установлены мельницы самоизмельчения либо полусамоизмельчения. Процессы измельчения являются одними из энергоемких при переработке руд. По различным оценкам, в цикле измельчения, в зависимости от свойств исходной руды, тратится от 40 до 65 % от общего энергопотребления при обогащении руд [1–4]. В зависимости от крепости перерабатываемой руды в мельницах может формироваться от 10 до 30 % от объема исходной руды класса критической крупности (рудной гали). В современных схемах решение этой проблемы в мельницах полусамо- и самоизмельчения достигается рациональной добавкой шаровой загрузки (до 10 % от объема исходного питания) либо выводом данного класса на операцию додробливания в дробилки мелкого дробления. Далее дробленый материал возвращается в питание мельниц либо направляется на вторую стадию измельчения в шаровую мельницу.

В настоящее время на Талнахской обогатительной фабрике (ТОФ) перерабатывают шихту, состоящую из богатой руды рудника «Скалистый»; богатой, медистой и вкрапленной руды рудника «Октябрьский», богатой руды рудника «Таймырский». Такая высокая вариативность технологических сортов руды и резко отличающаяся крепость послужили причиной снижения эффективности технологического процесса. Вовлечение вкрапленных руд «Октябрьского» рудника (~ 5 % от шихты) способствовало систематическому накоплению критического класса в крупности – 80+10 мм в мельнице самоизмельчения. Помимо этого, различия в свойствах исходной шихты приводит к повышенному переошламование, переизмельчению руд других типов: богатых и медистых, что сказывается на дальнейшем флотационном процессе.

Для вывода породных минералов, обладающих повышенной крепостью «в голове технологической схемы» на ТОФ, принято решение исследовать возможность предконцентрации кусков с явно выраженной сульфидной минерализацией из всей рудной гали методом рентгенорадиометрической сортировки (РРС). Выделение крупнокусковых хвостов в операциях рудоподготовки способствует, как правило, повышению производительности фабрики, снижению циркулирующей нагрузки и меньшему потреблению электроэнергии.

Кроме того, повышенный интерес представляет исследование флотиремости материала отсортированной рудной гали в сравнении с исходной рудой.

* © Дьяченко Л.Е., 2019

На основании результатов этих исследований представляется возможным сделать вывод о целесообразности додрабливания рудной гали и возврате ее в технологический процесс.

Комплекс исследований проведен на кафедре обогащения СФУ и в R&D центре Норильского никеля в г. Красноярске.

Исследования методом рентгенорадиометрической сортировки (PPC) осуществляли в R&D центре, с использованием лабораторного сепаратора РСК-Л-01. В качестве метода разделения использован рентгенофлуоресцентный метод по характеристическим линиям меди и никеля. В качестве признака был выбран суммарный показатель, учитывающий содержание меди и никеля в кусках.

На кафедре обогащения СФУ проведены тесты по измельчаемости Бонда рудной гали, подобрана оптимальная кинетика измельчения рудной гали для дальнейших флотационных исследований. Флотационные тесты выполнены в механической флотомашине «Механобр» с объемом камеры 0,75 л, $\beta_{ТВ}$ операции флотации ~ 30 %.

Определение содержания основных элементов (Cu, Ni, S, Fe) в рудной гале и продуктах флотационных опытов проводили рентгенофлуоресцентным методом в аналитической лаборатории R&D Центра на мобильном комплексе MobilabX-5000. Рентгенофазовый анализ (РФА) выполнен на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 (излучение $Cu_{K\alpha}$, шаг сканирования 0.02 град, время накопления в точке 1 с). Расчет и расшифровка дифрактограмм осуществлены по стандартной методике с использованием картотеки эталонных порошковых спектров *JCPDS*.

Определено, что распределение ценных компонентов в классах крупности рудной гали – 80+40 мм и – 40+20 мм сходное: наблюдается преобладание самой бедной фракции с низким содержанием меди менее 0,5 % и никеля менее 0,1 %, ее выход составляет около 60 %. Бедная фракция представляет собой смесь пустой породы с убого вкрапленной рудой, в остальной части выделяется мода с относительно низким содержанием никеля 1–2 % и широким диапазоном содержания меди от 1 % до 10–15 %, что может быть характерно для медистых руд. Встречаются единичные куски, богатые никелем, с содержанием никеля 3–4,5 % и меди 3–5 %.

Проведенные нами исследования показали, что рудная галля, образующаяся в процессе самоизмельчения на Талнахской ОФ, является высококонтрастной ($1,2 < M < 1,5$). В классе – 80+40 мм показатель контрастности составил 1,26 по меди и по никелю, в классе – 40+20 мм показатель контрастности составил 1,25 по меди, 1,23 по никелю.

После изучения контрастности свойств материала рудной гали оценивался индекс измельчаемости концентрата рентгенорадиометрической сортировки согласно методике Ф. Бонда. Определено, что индекс Бонда (W_i) для концентрата PPC рудной гали составил 23 кВт·ч/т, при этом результаты определения W_i для пробы исходной руды, поступающей на самоизмельчение – 13,98 кВт·ч/т. Полученные данные свидетельствуют о различии в физико-

механических свойствах исходной шихты, подаваемой на измельчение и рудной гали.

Исследования флотационным методом осуществлялись на богатых продуктах сортировки. Для определения оптимальных условий флотационного обогащения, прежде всего, необходимо было оценить влияние тонины помола и степени раскрытия минералов на показатели обогащения. Перед выполнением флотационных экспериментов выполняли опыты по определению кинетики измельчения материала в мельнице типа Рольганг с соотношением Т:Ж:Ш = 1:0.5:12.

В настоящее время на Талнахской обогатительной фабрике извлечение ценных компонентов осуществляют по коллективно-селективной схеме, включающей коллективный цикл флотации минералов меди и никеля при крупности 65 % кл. – 0,044 мм; получение медного концентрата в одноименном цикле при доизмельчении коллективного концентрата до 93 % класса – 0,044 мм; флотацию никельсодержащих минералов из хвостов медного цикла.

Хорошо известно, что результаты флотации минералов меди и никеля в коллективном цикле определяют максимально возможные технологические показатели в нижеследующих переделах. Флотирuemость материала при различной крупности измельчения оценивалась при выполнении экспериментов по схеме (рисунок).

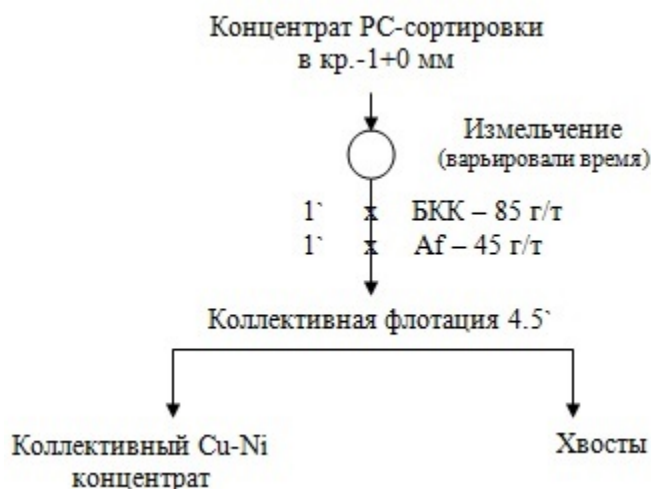


Рис. Схема опытов по флотации

Для флотации были выбраны точки с тониной помола равной 25, 35, 55, 65, 75, 85 % класса – 0,044 мм.

По результатам проведения опытов видно, что наиболее полное раскрытие зерен ценных компонентов происходит при тонине помола 85 %. Содержание Ni в пенном продукте в этой точке равно 2,39 %, Cu – 7,87 %.

Исходя из проделанных опытов можно сделать вывод о том, что рудная галля является пригодной для извлечения из нее минералов меди и никеля методом флотации. Содержание меди в концентрате флотации рудной гали составляет 79–96 %, никеля – 79–85 %. В дальнейшей работе будет рассмотрена воз-

возврата рудной гали в технологический процесс либо выведение ее по отдельной линии переработки.

Список литературы

1. Chris Aldrich. Consumption of steel grinding media in mills – A review // *Minerals Engineering* 49 (2013). P. 77–91.

2. Joseph Lessard, Jan de Bakker, Larry McHugh. Development of ore sorting and its impact on mineral processing economics // *Minerals Engineering* 65 (2014). P. 88–97.

3. Wikedzi A., Arinanda M.A., Leißner T., Peuker U.A., Mütze T. Breakage and liberation characteristics of low grade sulphide gold ore blends // *Minerals Engineering* 115 (2018). P. 33–40.

4. Díaz E., Voisina L., Krachta W., Montenegro V. Using advanced mineral characterisation techniques to estimate grinding media consumption at laboratory scale // *Minerals Engineering* 121 (2018). P. 180–188.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ПРОЦЕСС ФЛОТАЦИИ СУЛЬФИДОВ

М.Н. Колотушкина*

Научный руководитель Н.К. Алгебраистова

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В практике обогащения перевод в концентраты сульфидов не является проблемой, использование сульфгидрильных собирателей позволяет осуществить отделение сульфидов от минералов пустой породы. Но актуальная проблема в обогащении полиметаллических руд – селекция сульфидов.

В коллективном цикле сульфиды были обработаны реагентами и их поверхность стала гидрофобной. С целью удаления коллекторной пленки и селекции используют пропарку в среде сернистого натрия, в известковой среде, низкотемпературный окислительный обжиг. Флотацию молибденита и подавление сульфидов меди и железа осуществляют с помощью гидросульфита натрия (NaHS), реагентов «Ноукс», «Анимол Д», феррицианидов, цианида натрия в слабощелочной среде с сульфатом цинка, используют перекись водорода и гипохлорит натрия [1, 2]. Однако данные способы характеризуются высокими энергетическими затратами и расходами реагентов, экологически неблагоприятны.

Использование ультразвука в технологии флотации связано с рядом специфических явлений, сопровождающихся распространением ультразвуковых колебаний в жидких средах. Среди этих явлений главное – кавитация. Она выражается в появлении в жидкости газовых пузырьков (полостей), в которых, как считают, происходят электрические разряды, ионизация молекул и атомов, повышение давления (до нескольких тысяч атмосфер) и температуры (на сотни градусов). Коллективом авторов [3] установлено, что газовые (кавитационные) пузырьки легче образуются на границе жидкого с твердым, энергично воздействуя на поверхность последнего. Ультразвук очищает минералы от покровных образований, способен диспергировать их, причем разные минералы в разной степени. В первую очередь диспергируются минералы осадочного происхождения. Это позволяет использовать ультразвук для раскрытия сростков и агрегатов, содержащих полезные компоненты [3].

Объектом исследования являются монофракции молибденита, халькопирита и пирита. Это основные сульфиды, которые входят в состав коллективного Cu-Mo концентрата Сорской обогатительной фабрики.

Исследования проводили с использованием ультразвуковой ванны SONOREX SUPER RK 1028 H, интенсивность излучения соответствовала 300 Вт. Технологические исследования выполнялись на флотомашине механического типа 237 ФЛ объемом 0,1 л.

* © Колотушкина М.Н., 2019

Изучаемые факторы: время озвучивания, сочетание пропарки и ультразвукового озвучивания. Время озвучивания варьировали от 0 до 15 минут с шагом 5 минут, температуру пропарки выдерживали 50 °С.

Исследования проводили по схемам, представленным на рис. 1. Схема *а* моделирует условия, при которых проводится селекция Cu-Mo концентрата на Сорской обогатительной фабрике. Схема *б*, помимо фабричных условий, включает ультразвуковую обработку. Схема *в* включает только одну операцию – ультразвуковую обработку.

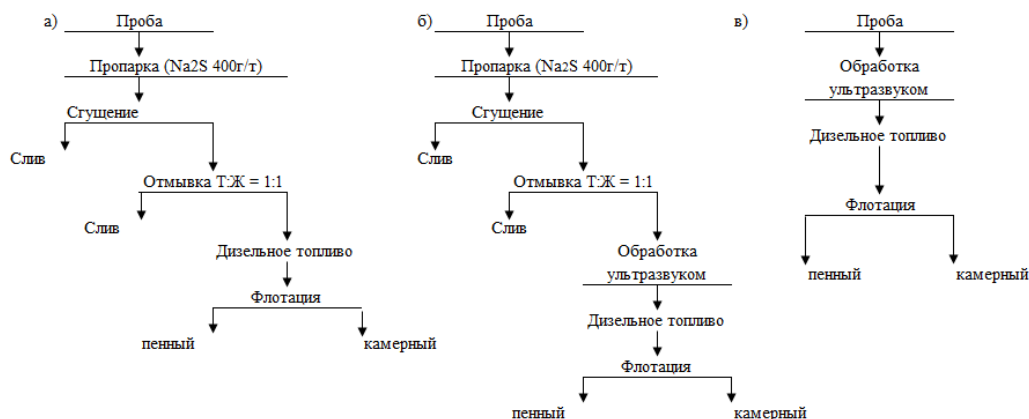


Рис. 1. Схемы исследований: *а* – схема полной обработки; *б* – схема обработки ультразвуком; *в* – схема обработки без применения ультразвука

Флотация исходных фракций (без реагентной и других обработок) показала, что флотационные свойства молибденита, халькопирита и пирита различны. Выявлено, что фракция халькопирита обладает наибольшими флотационными свойствами (таблица). Халькопирит на ~95 % переходит в пенный продукт, что на 39 % выше в сравнении с молибденитом. Это несколько не согласуется с традиционным представлением, что молибденит более гидрофобный минерал, объяснить это можно только особенностью отобранных фракций. Отмечается низкая флотационная активности пирита: он переходит в пенный продукт всего на 11,8 %, вероятно, поверхность этого минерала в процессе пробоподготовки сильно окислилась. Пропарка в среде сернистого натрия несколько снижает флотационную активность халькопирита и пирита и увеличивает молибденита.

Таблица

Результаты исследований

Флотация без реагентов		Пропарка в среде сернистого натрия	
Минералы	Выход пенного, %	Минералы	Выход пенного, %
Молибденит	56,16	Молибденит	72,49
Халькопирит	95,15	Халькопирит	87,77
Пирит	11,85	Пирит	10,42

Ультразвуковая обработка в диапазоне озвучивания с 5 до 15 минут способствует увеличению флотационной активности молибденита (рис. 2). При озвучивании 15 минут выход пенного продукта увеличился до 83 %. Операция пропарки зависимость извлечения молибденита не изменяет.

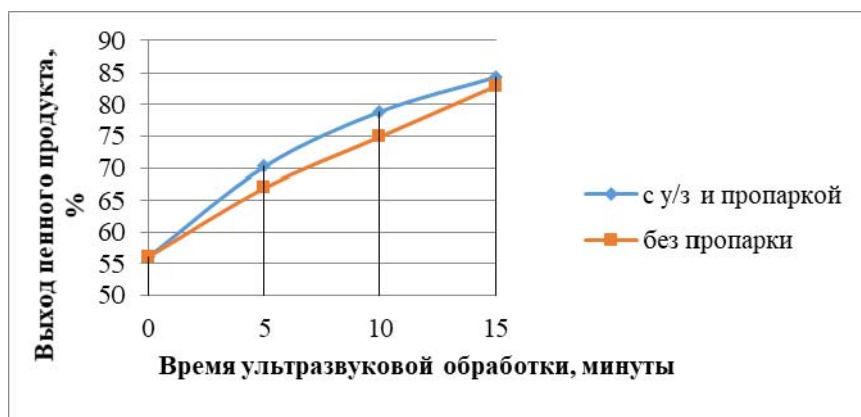


Рис. 2. Влияние времени ультразвуковой обработки на выход в пенный продукт молибденита

Поведение халькопирита при этих воздействиях другое: тепловая обработка способствует снижению извлечения, а ультразвуковая обработка – увеличению (рис. 3).

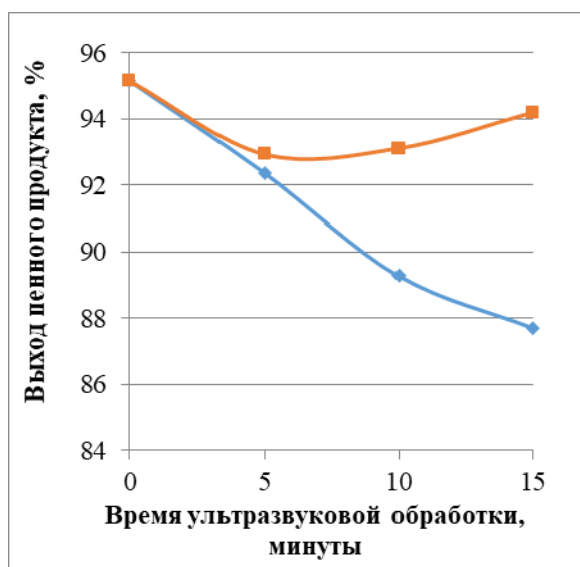


Рис. 3. Результаты флотации халькопирита

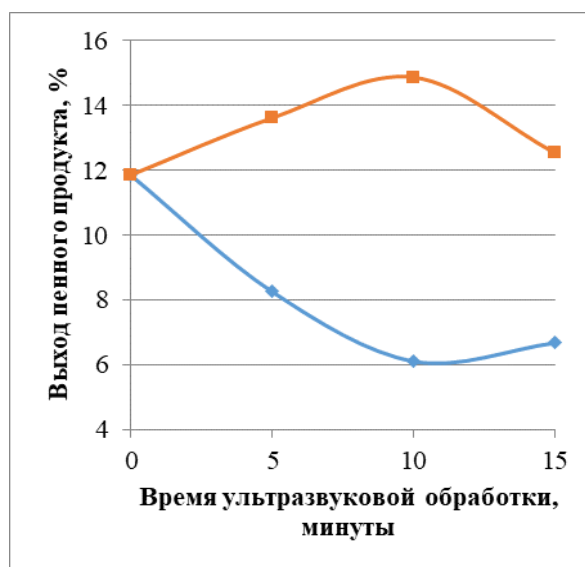


Рис. 4. Зависимость выхода в пенный продукт пирита от ультразвукового воздействия

Проведенное исследование на монофракции халькопирита (рис. 3) показало, что применение ультразвуковой обработки совместно с пропаркой дает значительный эффект депрессии халькопирита, выход пенного продукта снижается с 95,15 до 87,7 %. Применение ультразвука без процесса пропарки не

дает существенного снижения выхода пенного продукта, при 5 минутах ультразвуковой обработки наблюдается незначительное снижение, дальнейшее увеличение приводит к обратному эффекту, что говорит о необходимости совместного применения ультразвуковой обработки и пропарки.

Исследование на монофракции пирита показало, что применение ультразвуковой обработки практически не влияет на флотационное поведение этого минерала (рис. 4). Минерал извлекается всего на ~12–14 %. Введение пропарки в комбинации с ультразвуком дает снижение выхода пенного продукта до ~6 %.

Вывод

Ультразвуковая обработка совместно с пропаркой оказывают влияние на флотационную активность сульфидов, это целесообразно использовать при селекции коллективных концентратов в практике обогащения полиметаллических руд.

Список литературы

1. Алгебраистова Н. К. Технология обогащения руд цветных металлов. Красноярск : СФУ, 2009. 283 с.
2. Абрамов А. А., Леонов С. Б. Обогащение руд цветных металлов. М. : Недра, 1991. 407 с.
3. Применение уникальных свойств ультразвуковых волн в самых разных технических областях. Перспективы применения ультразвука в процессах обогащения руд : сайт. URL: <https://otherreferats.allbest.ru/geology/c00651200.html>.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

П.Г. Креницин*

Научный руководитель В.И. Брагин
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Стремление современных компаний к созданию бережливого производства требует постоянного совершенствования системы обслуживания, направленной на повышение надежности оборудования. Низкая надежность оборудования, как правило, сопровождается ростом отказов, увеличением затрат на обслуживание оборудования, срывом планов по выпуску готовой продукции, выпуску брака. Отказы оборудования происходят по причине негативного влияния различных внутренних и внешних воздействий в период его работы. Подразделяются на внутренние воздействия (остаточные напряжения в деталях оборудования), воздействие отдельных элементов оборудования друг на друга при передаче усилий и внешние воздействия (механические, тепловые, химические и т. д.) [1].

Для предупреждения возникновения отказов производится обслуживание и ремонт оборудования с восстановлением параметров работы элементов оборудования до работоспособного состояния. Но успешность проведения восстановительных работ зависит от правильной и своевременной оценки текущего состояния оборудования. Таким образом, повышение надежности невозможно без своевременного диагностирования развивающихся дефектов с помощью инструментов аппаратной и статистической диагностики. Один из инструментов статистической диагностики оборудования, в перспективе позволяющий прогнозировать отказы, – метод математического анализа, основанный на применении обобщенной формулы Байеса.

Данный метод основан на вычислении условной вероятности появления такого события, как диагноз D_i при появлении конкретной реализации комплекса признаков K_i . В качестве примера выполнен анализ отказов приводов технологического оборудования анодного производства ДАМ ПАО «РУСАЛ Братск». Определены четыре основных состояния привода (диагнозы) D_i : дефект подшипников, дисбаланс вращающихся масс, нарушения состояния муфты, исправное состояние оборудования. Выделены три диагностических признака K_i : показатели вибрации в вертикальной V , горизонтальной H и осевой A плоскостях. Каждый из этих признаков разделен на три параметра: исправное, ограниченно исправное и неисправное технические состояния.

Произведен расчет априорной условной вероятности появления признака K_j у объектов, имеющих техническое состояние (диагноз) $P(K_j / D_i)$ (1) и апри-

* © Креницин П.Г., 2019

орной (доопытная) вероятности появления диагноза $P(D_i)$ (2), полученные данные занесены в табл. 1 [2]:

$$P(D_i) = \frac{N_i}{N}, \quad (1)$$

где N_i – количество отказов привода по диагнозу – D_i , шт; N_{ij} – количество отказов приводов с набором признаков – K_j , шт;

$$P(D_i) = \frac{N_i}{N}, \quad (2)$$

где N_i – количество отказов привода по диагнозу – D_i , шт; N – количество отказов приводов, шт.

Таблица 1

Диагностическая матрица Байеса с рассчитанными вероятностями событий

Диагноз (состояние оборудования), D_i		Признак, K_i									$P(D_i)$, априорная (доопытная) вероятность появления диагноза D_i
		V, среднеквадратичное изменение виброскорости в вертикальной плоскости, мм/сек			H, среднеквадратичное изменение виброскорости в горизонтальной плоскости, мм/сек			A, среднеквадратичное изменение виброскорости в осевом направлении, мм/сек			
		K1			K2			K3			
		K11	K12	K13	K21	K22	K23	K31	K32	K33	
		$K \leq 4,5$	$4,5 \leq K \leq 7,0$	$K \geq 7,1$	$K \leq 4,5$	$4,5 \leq K \leq 7,0$	$K \geq 7,1$	$K \leq 4,5$	$4,5 \leq K \leq 7,0$	$K \geq 7,1$	
D1	Дефект подшипников	0,00	0,20	0,80	0,07	0,13	0,33	0,07	0,13	0,40	0,15
D2	Дисбаланс вращающихся масс	0,13	0,25	0,50	0,00	0,38	0,63	0,13	0,25	0,25	0,08
D3	Нарушение состояния муфты	0,08	0,08	0,23	0,08	0,23	0,38	0,00	0,46	0,69	0,13
D4	Оборудование исправно	0,94	0,03	0,00	0,91	0,02	0,00	0,97	0,05	0,00	0,64

Затем произведен расчет вероятностей состояний приводов при различных комбинациях признаков с помощью обобщенной формулы Байеса (3):

$$P\left(\frac{D_i}{K^*}\right) = P(D_i) \prod_{j=1}^l P\left(\frac{K_j^*}{D_i}\right) \div \sum_{i=1}^n P(D_i) \prod_{j=1}^l P\left(\frac{K_j^*}{D_i}\right), \quad (3)$$

где $P(D_i)$ – априорная вероятность появления диагноза при реализации комплекса признаков K_j ; $P\left(\frac{K_j^*}{D_i}\right)$ – вероятность появления признака K_j [2].

При работе диагностируемого объекта возможны двадцать семь сочетаний проявлений признаков (табл. 2).

Таблица 2

Результаты расчетов вероятности классификации состояний

№	Реализация признаков, K_j	Вероятность классификации состояний				№	Реализация признаков, K_j	Вероятность классификации состояний			
		P(D1 /Kj)	P(D2 /Kj)	P(D3 /Kj)	P(D4 /Kj)			P(D1 /Kj)	P(D2 /Kj)	P(D3 /Kj)	P(D4 /Kj)
1	K11, K21, K31	0,00	0,00	0,00	1,00	15	K12, K22, K33	0,32	0,37	0,31	0,00
2	K11, K21, K32	0,00	0,00	0,01	0,99	16	K12, K23, K31	0,30	0,70	0,00	0,00
3	K11, K21, K33	0,00	0,00	1,00	0,00	17	K12, K23, K32	0,21	0,50	0,28	0,00
4	K11, K22, K31	0,00	0,05	0,00	0,95	18	K12, K23, K33	0,41	0,32	0,27	0,00
5	K11, K22, K32	0,00	0,38	0,00	0,18	19	K13, K21, K31	1,00	0,00	0,00	0,00
6	K11, K22, K33	0,00	0,37	0,63	0,00	20	K13, K21, K32	0,50	0,00	0,50	0,00
7	K11, K23, K31	0,00	1,00	0,00	0,00	21	K13, K21, K33	0,67	0,00	0,33	0,00
8	K11, K23, K32	0,00	0,47	0,53	0,00	22	K13, K22, K31	0,36	0,64	0,00	0,00
9	K11, K23, K33	0,00	0,37	0,63	0,00	23	K13, K22, K32	0,23	0,41	0,35	0,00
10	K12, K21, K31	0,00	0,00	0,00	0,99	24	K13, K22, K33	0,43	0,25	0,32	0,00
11	K12, K21, K32	0,15	0,00	0,24	0,58	25	K13, K23, K31	0,46	0,54	0,00	0,00
12	K12, K21, K33	0,60	0,00	0,40	0,00	26	K13, K23, K32	0,32	0,37	0,31	0,00
13	K12, K22, K31	0,18	0,54	0,31	0,20	27	K13, K23, K33	0,53	0,21	0,26	0,00
14	K12, K22, K32	0,15	0,54	0,31	0,00						

После определения уровня достоверности диагноза $P_d = 0,8 \div 0,9$ получены данные об условиях возникновения определенного состояния при характерном наборе признаков. Так, оборудование с большей долей вероятности находится в исправном состоянии при сочетании следующих признаков: K11-K21-K31, K11-K21-K32, K11-K22-K31, K12-K21-K31. Точно также определяются состояния оборудования – дефекты различных элементов привода, по сочетанию признаков.

Метод Байеса как один из инструментов математического прогнозирования оборудования имеет свои преимущества и недостатки. К недостаткам мето-

да можно отнести трудоемкость ручного вычисления в связи большим объемом изменяющихся параметров. Но с применением программных средств, можно значительно сократить затраты времени на проведение расчетов. В то же время своевременная достоверная информация о техническом состоянии оборудования, обработанная с помощью метода Байеса, позволяет обеспечить повышение коэффициента готовности за счет снижения отказов. Тем самым сократить затраты на обслуживание и ремонт оборудования, повысить эффективность его работы.

Список литературы

1. Кокушин Н. Н., Тихонов А. А., Петров С. Г. [и др.] Надежность машин и оборудования : учеб. пособие / под ред. Т. А. Смирновой, Л. Я. Титовой. СПб. : СПбГТУРП, 2013. 67 с.
2. Фатеева Н. Н. Применение метода Байеса в диагностике гидропневмоагрегатов // Вестник НТУ. 2013. № 37. С. 200–206.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОТРАБОТАННОГО КАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ SO_4/ZrO_2

И.О. Сайгашкин*

Научный руководитель Л.П. Колмакова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Приоритетным видом вторичного сырья, содержащего платину, являются отработанные катализаторы на основе SO_4/ZrO_2 (циркониевые катализаторы марки СИ-2). Данные катализаторы используются для производства высокооктановых изомеров для моторных топлив. Повышению активности и стабильности циркониевого катализатора способствуют модифицирующие добавки переходных металлов (Fe, Mn, Al) и благородные металлы – в основном Pt [1]. В процессе эксплуатации катализаторы на основе SO_4/ZrO_2 снижают свою активность, селективность и другие важные характеристики [2]. По окончании срока службы их выводят из процесса нефтепереработки и направляют как отработанные (дезактивированные) в переработку. В состав отработанных циркониевых катализаторов обычно входит до 0,3 % Pt [3]. Для того чтобы разработать технологию переработки дезактивированных циркониевых катализаторов, необходимо исследовать его состав.

Платина в циркониевых катализаторах СИ-2 может существовать в различных химических соединениях. Обычно изомеризация алканов на $\text{Pt}/\text{SO}_4/\text{ZrO}_2$ протекает при повышенном давлении в среде водорода. В этих условиях платина может восстанавливаться до металлического состояния [4]. Согласно другим данным, основное состояние Pt – нульвалентное, а частицы платины покрыты слоем PtS, образующимся во время восстановления [5].

С целью исследования физико-химических свойств отработанного циркониевого катализатора были использованы методы рентгенофазового анализа (РФА) и электронной микроскопии.

Циркониевый катализатор представляет собой однородный сыпучий материал с крупностью частиц (2–5) мм. Частицы цилиндрические (экструзионные) диаметром 1,9 мм, прочные.

Циркониевый катализатор исследовали с помощью рентгенофазового анализа (РФА) на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 (излучение *CuK α* , шаг сканирования 0,02 град., время накопления в точке 1 с). Расчет и расшифровку дифрактограмм проводили по стандартной процедуре с использованием картотеки спектров рентгеновской дифракции *JCPDS* (база данных PDF-2). Предварительно 10 г образца измельчили на лабораторной мельнице КМ-1 до крупности 100 % минус 74 мкм. Исследования проводили с измельченной фракцией.

По данным РФА образец катализатора представлен диоксидом циркония моноклинной модификации – бадделеитом (ZrO_2 , $d=3,19$; $2,865$; $2,64$ Å, *JCPDS*,

* © Сайгашкин И.О., 2019

1-750). В виде следовой примеси прослеживаются пики корунда (Al_2O_3 , $d = 3,48; 2,09; 1,601 \text{ \AA}$, *JCPDS*, 43-1484). Дифрактограмма образца с указанием обнаруженных фаз представлена на рис. 1.

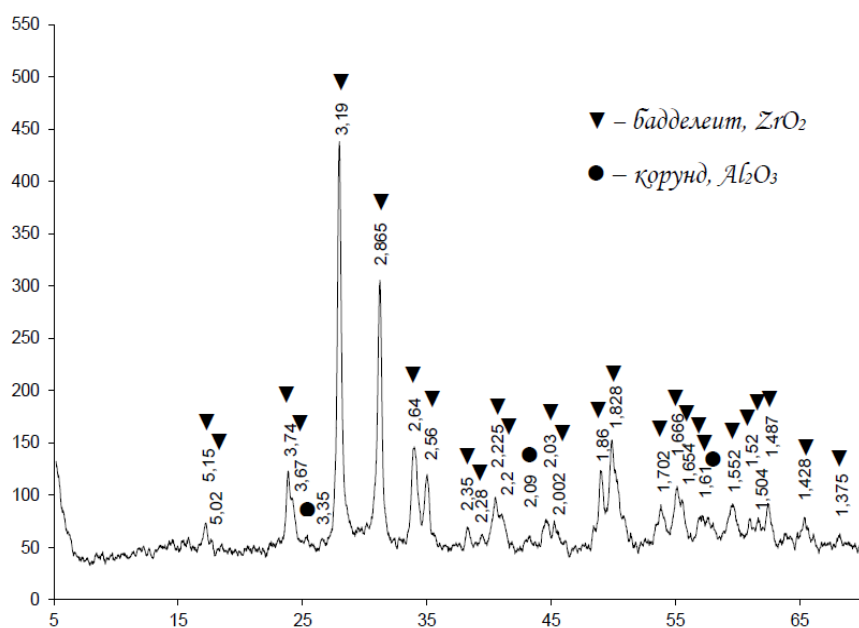


Рис. 1. Фрагмент дифрактограммы образца катализатора

Электронно-микроскопические (СЭМ) исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе TM3000 (Hitachi, Япония), оборудованным энергодисперсионным спектрометром и системой рентгеновского микроанализа Quantax70 (Bruker). Для электронно-микроскопических исследований 10 г образца циркониевого катализатора без измельчения фиксировали в силиконовой форме эпоксидной смолой EpoFix. После полимеризации полученную шашку сошлифовывали на (2–3) мм, шлифовали поверхность наждачной бумагой (P200-P1000) на шлифовальном станке TegraPol (Struers) и полировали вручную корундовыми суспензиями 3М. Полированный аншлиф напыляли платиной в устройстве вакуумного напыления K575X (Quorum, Англия).

Электронно-микроскопические исследования частиц циркониевого катализатора показали, что основная масса частиц представлена плотной тяжелой матрицей с овальными включениями более легкой фазы с размерами до 30 мкм. Включения на рис. 2 имеют визуально более развитую пористость, чем вмещающая матрица.

При увеличении более $\times 1500$ становятся заметны тяжелые субмикронные частицы, которые могут быть отнесены к платине (рис. 3). Платиновые включения распределены равномерно по матрице и оксидам циркония и алюминия. Проведенный по точкам микрорентгеноспектральный анализ (рис. 3) показал, что легкие включения представлены оксидом алюминия, тяжелые – оксидом циркония, а матрица – смесью этих двух фаз.

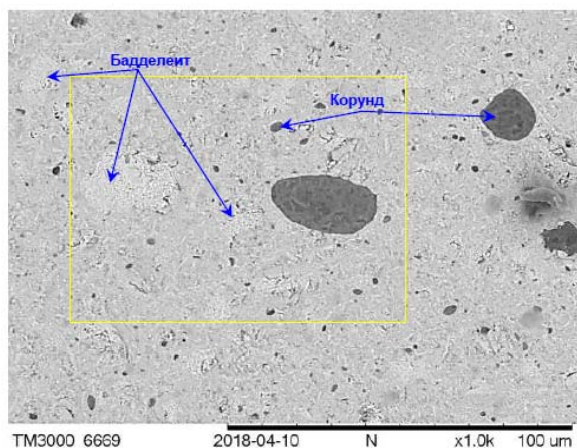


Рис. 2. СЭМ изображение частиц циркониевого катализатора

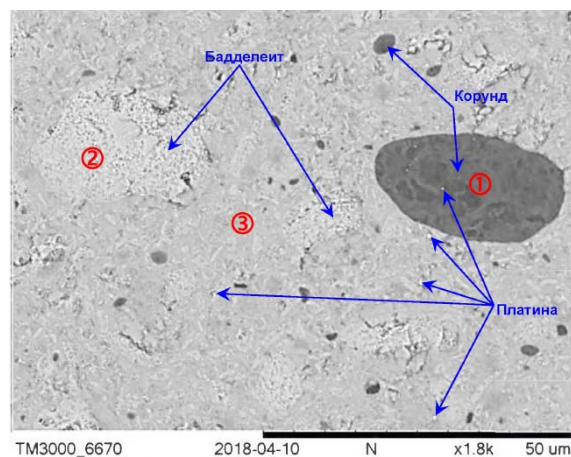


Рис. 3. СЭМ изображение частиц циркониевого катализатора

Таким образом, удалось установить, что платина в дезактивированных циркониевых катализаторах находится в виде металлических включений. По данным РФА установлено наличие циркония в форме бадделита (ZrO_2), а также небольшое количество алюминия – корунда (Al_2O_3).

Список литературы

1. Ebitani K., Konno H., Tanaka T. The state of platinum and its relation with catalytic activity in hexane isomerization // *Catal.* 1992. № 7. P. 25–31.
2. Farcasiu D. Preparation of Sulfated Zirconia Catalysts with Improved Control of Sulfur Content // *Appl. Catal.* 1995. № 5. P. 11–15.
3. Yadav G. D. Sulfated Zirconia and Its Modified Versions as Promising Catalysts for Industrial Processes // *Microporous Mesoporous Mater.* 1999. 832 с.
4. Иванов А. В. Твердые суперкислоты на основе оксида циркония: природа активных центров и изомеризация алканов // *Российский химический журнал.* 2000. № 3. С. 3–7.
5. Смоликов М. Д., Зайцев А. В., Затолокина Е. В., Белый А. С., Боровков В. Ю., Дуплякин В. К., Казанский В. Б. *Кинетика и катализ.* 1992. 625 с.

РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННЫХ МАГНИТНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ИЗ РАСТВОРОВ

Н.В. Степанова*

Научный руководитель В.И. Брагин
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

При эксплуатации месторождений цветных и благородных металлов возникает необходимость кондиционирования технологических вод с извлечением из них растворенных металлов. К таким задачам относится извлечение меди, никеля и золота из продуктивных растворов выщелачивания, кондиционирования оборотных вод при обогащении руд с повышенным содержанием растворимых форм металлов, извлечение остаточных количеств металлов из хвостовых пульп. Также актуальна задача предварительного концентрирования проб растворов при геохимических поисках и экологической оценке. Эти задачи решаются разными способами. Один из новых методов – магнитная наногидрометаллургия. Метод заключается в сорбции металлов на поверхности магнитных наночастиц с последующим их извлечением в магнитном поле.

Исследования по использованию магнитных наночастиц оксида железа в качестве инструментов для извлечения тяжелых металлов в последнее время расширились, поскольку их высокая площадь поверхности позволяет увеличить поглощение тяжелых металлов [1], их магнитные свойства обеспечивают легкое и полное извлечение в магнитном поле, низкая токсичность уменьшает воздействие на окружающую среду. Важным аспектом синтеза магнитных наночастиц оксида железа для их использования в извлечении тяжелых металлов является закрепление функциональных групп на поверхности наночастиц, или функционализация. Использование функциональных групп для модификации поверхности особенно важно, так как обеспечивает наночастицам специфическое распознавание металла и связывающие способности [2]. Представляет определенную сложность функционализация покрытых, защищенных от растворения наночастиц, так как они отличаются химической инертностью по отношению также и к функционализирующим агентам.

Функционализация наночастицы проводилась различными молекулами, при этом состав функциональных групп, являющихся центрами сорбции, выбирался в соответствии со свойствами металла, который предполагалось извлечь из раствора. В частности, предполагалось использование функционализирующих молекул с активной сульфгидрильной группой. Предложены методы извлечения из сорбата целевого металла и регенерации магнитного сорбента.

Традиционный метод сорбции на нефункционализированных магнитных сорбентах недорог и доступен, но характеризуется пониженной селективно-

* © Степанова Н.В., 2019

стью. Более современные нанотехнологические сорбенты более селективны, устойчивы, но дороги и сложны в получении. Для условий, в которых коррозия магнитного носителя выражена незначительно, предлагается использование функционализированных магнитных сорбентов на основе непокрытых наночастиц магнетита. Для функционализации таких частиц сульфгидрильными группами удобно применение тиоктовой и дигидротиоктовой кислоты. В работе проведено исследование сорбционных свойств функционализированных и чистых непокрытых магнитных наночастиц, изучены формы, в которых на них закрепляется металл.

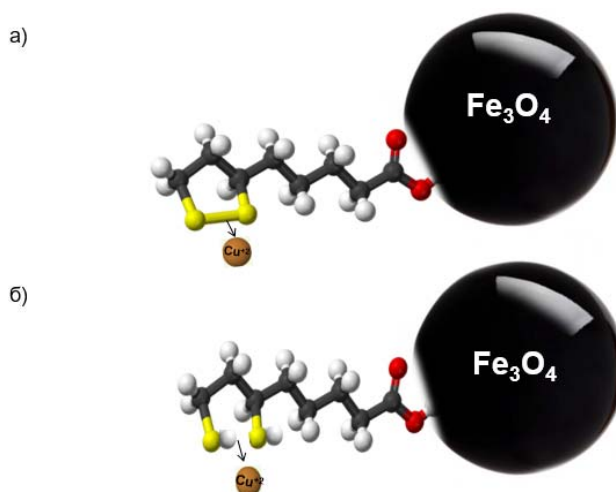


Рис. 1. Функционализация магнитного коллоида тиоктовой (а) и дигидротиоктовой (б) кислотой

При строении сорбата (рис. 1) возможна реализация различных механизмов сорбции. Во-первых, сорбция металла может происходить на активных сульфгидрильных группах. В этом случае обеспечена максимальная селективность сорбента по отношению к халькофильным металлам – Cu, Au, Ni, Ag. Кроме того, возможно такое закрепление ионов непосредственно на поверхности магнетита. В этом случае реализуются другие механизмы сорбции. В частности, такое использование непокрытой наночастицы магнетита дает возможность сорбировать различные атомы, в частности арсенат-ион, родонид-ион, цианоферрат-ион, и таким образом осуществлять очистку растворов от этих анионов. Также возможно закрепление катионов на поверхности магнетита за счет обменной реакции вытеснения иона железа ионом другого металла, например никеля или меди. Предполагается, что сорбция на активных центрах должна проходить даже при низких концентрациях ионов в растворе. Проявление обменного механизма следует ожидать при повышении концентрации раствора [3].

Экспериментальные исследования магнитных наносорбентов проводились на магнитном коллоиде, полученном известным методом осаждения из раствора сульфата закисного железа и хлорида окисного железа аммиаком. Осадок обладал выраженными магнитными свойствами. Состав осадка контро-

лировался рентгенофазовым анализом. Крупность полученных наночастиц, определяемая методом лазерной дифрактометрии, находится в диапазоне 10–18 нм. Функционализация магнитных наночастиц тиоктовой кислотой проводилась в процессе синтеза, по специально разработанному режиму, добавлением раствора тиоктовой кислоты в водном аммиаке. Данные рентгенофазового анализа функционализированного коллоида показали, что состав кристаллической матрицы не отличается от нефункционализированного. После извлечения постоянным магнитом коллоиды флокулируют, но легко диспергируются при изменении рН или снижении ионной силы раствора, при этом функционализированный коллоид дает более устойчивую и концентрированную суспензию.

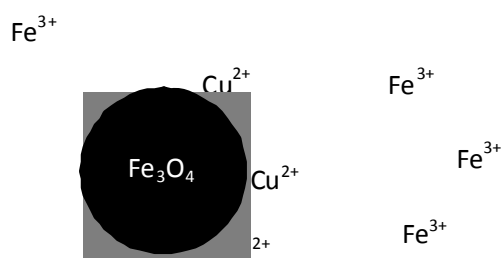


Рис. 2. Схема обменного механизма

Сорбционные свойства полученных сорбентов изучались на модельных растворах сульфата меди в пробах объемом 1 л с концентрацией 1–300 мг/л. Сорбция рассчитывалась по остаточной концентрации меди в растворе, после обработки его суспензией магнитного сорбента, масса магнетита поддерживалась постоянной, равной 1 г. Зависимости, характеризующие сорбцию меди на чистых и функционализированных наночастицах, приведены на рис. 3.

В результате исследования установлено, что функционализированные магнитные наночастицы являются более эффективными сорбентами, чем нефункционализированные. Наночастицы, функционализированные тиоктовой кислотой, обеспечивают извлечение меди из растворов на уровне 99 % вплоть до содержания меди в нагруженном сорбенте до 2,5 %, тогда как нефункционализированный сорбент извлекает металл не более чем на 95 % и до содержания не более 0,2 %. Полученные параметры позволяют говорить о возможном практическом применении этих частиц как для извлечения малых концентраций металла из технологических, оборотных и сбросных растворов, так и для предварительного концентрирования при геохимическом опробовании.

Анализ зависимостей свидетельствует о наличии, в случае функционализированных частиц, различных механизмов сорбции. Геохимическим анализом нагруженного сорбента из растворов разных концентраций установлено преобладание при малых концентрациях хемосорбции меди, а при повышенных концентрациях – дополнительного образования окисленных фаз меди. Растровая электронная микроскопия подтвердила образование наночастиц основных сульфатов меди в сильно нагруженных сорбентах. Аналогичное исследование, проведенное на нефункционализированных наночастицах, показало отсутствие

специализированной формы сорбции меди. Металл распределяется между всеми фракциями геохимического анализа.

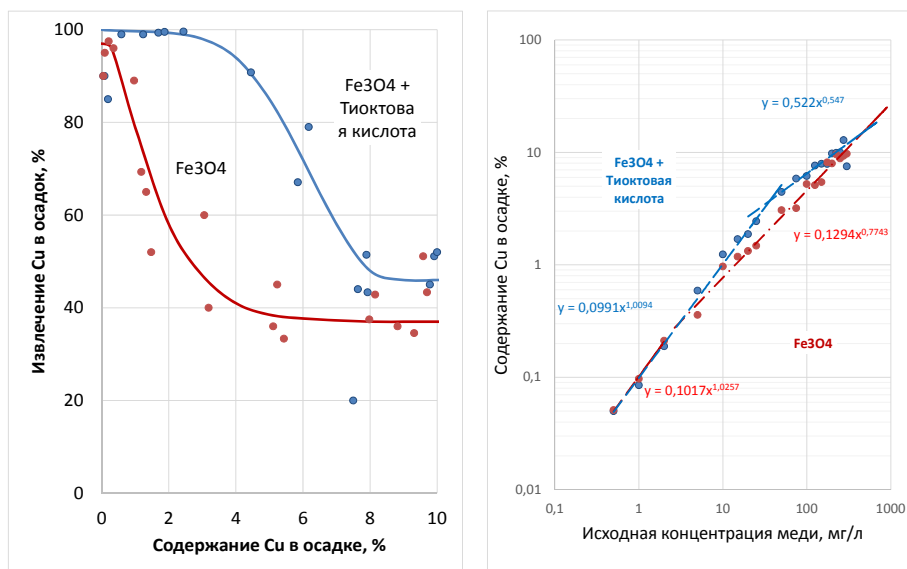


Рис. 3. Изотермы сорбции меди на поверхности магнитных наночастиц

Таким образом, в результате исследования подтверждена возможность использования непокрытых функционализированных частиц магнетита для извлечения халькофильного металла из раствора. Определены параметры сорбционного процесса и установлены формы закрепления металла.

Список литературы

1. Shen Wei-Zheng, Cetinel S., Sharma K., Elham R. Borujeny, Montemagno C. Peptide-functionalized iron oxide magnetic nanoparticle for gold mining // J Nanopart Res. 2017. 19(2): 74.
2. Gubin S. P. Magnetic Nanoparticles // Russian Academy of Sciences General/Inorganic 31 Leninsky Pr. 119991 Moscow QRF.
3. Воронин Д. В., Садовников А. В., Бегинин Е. Н., Щукин Д. Г., Горин Д. А. Магнитные композиты с наночастицами магнетита: получение, управление физическими свойствами, применение // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Физика.
4. Racuciu M., Creang D. E., Airinei A. Citric-acid-coated magnetite nanoparticles for biological applications // Eur. Phys. J. E 21, 117–121 (2006). DOI 10.1140/epje/i2006-10051-y
5. Almeida Sabrina da N., Toma, Henrique E. Neodymium(III) and lanthanum(III) separation by magnetic nanohydrometallurgy using DTPA functionalized magnetite nanoparticles // Hydrometallurgy (2016), doi: 10.1016/j.hydromet.2016.01.009.

Механизация и электрификация горно-металлургического производства

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИИСКЕ «УДЕРЕЙСКИЙ»

Д.И. Бедарев*

Научный руководитель Е.В. Еременко
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Благодаря своим золотым приискам Россия много лет занимает 4 место в мире по количеству золота в недрах земли, которая составляет 13,4 % от мировых запасов. Разбросаны золотые прииски по территории всей страны, но наибольшее их количество расположено на Дальнем Востоке и в Сибири [1, 2].

При разработке россыпных месторождений золота происходит ухудшение таких технологических параметров, как изменение содержания в золотоносных песках, разбросанность участков по долинам рек, ухудшение горно-геологических условий за счёт понижения горных работ, применение различных технологий обогащения.

Цель работы заключается в повышении объемов добычи золота за счет оптимизации работы вскрышного оборудования

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- анализ данных технологической и планово-экономической информации;
- анализ бульдозерных работ;
- уточнение перспективных объемов вскрышных и добычных работ.

Объектом исследования являются горнодобывающее предприятие ЗАО «Прииск Удерейский»

ЗАО «Прииск Удерейский» представлен тринадцатью участками, из них дражным способом добывается семь и гидромеханическим шесть, с средним расстоянием между участками 100–200 км, динамика добычи которого представлена на (рис. 1). Дальнейшие расчеты проведены по участку гидромеханической добычи золота (УГМДЗ) № 1.

За последние годы наблюдается тенденция роста количества добываемого металла с 2011 (336, 4 кг) по 2017 г. (836,1 кг). В 2018 г. объем добываемого металла составил 805,2 кг, что свидетельствует о необходимости провести технологический анализ для предотвращения дальнейшего спада количества добываемого металла в 2019 г.

Если сравнивать количество смен с объемами промытых песков с 2016 по 2018 г., наблюдается снижение среднесуточных объемов промытых песков, что влияет на падение годовой производительности. При построении графика зависимости количества добываемого золота от количества смен (рис. 2), можно увидеть, что с увеличением количества смен металла становится меньше.

* © Бедарев Д.И., 2019

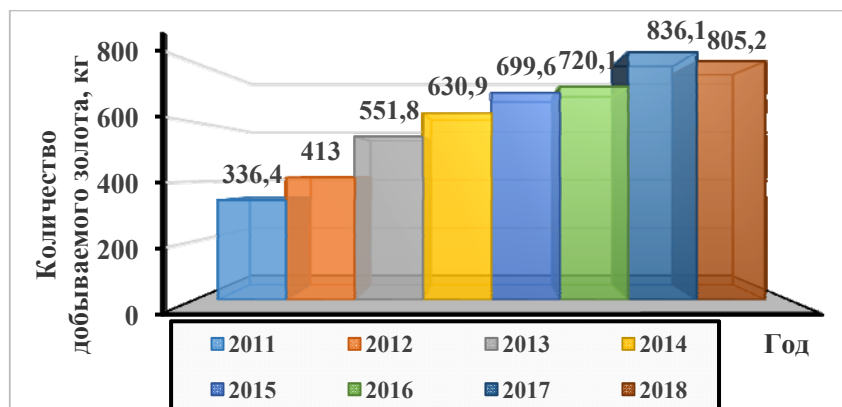


Рис. 1. Динамика добычи золота ЗАО «Прииск Удерецкий»

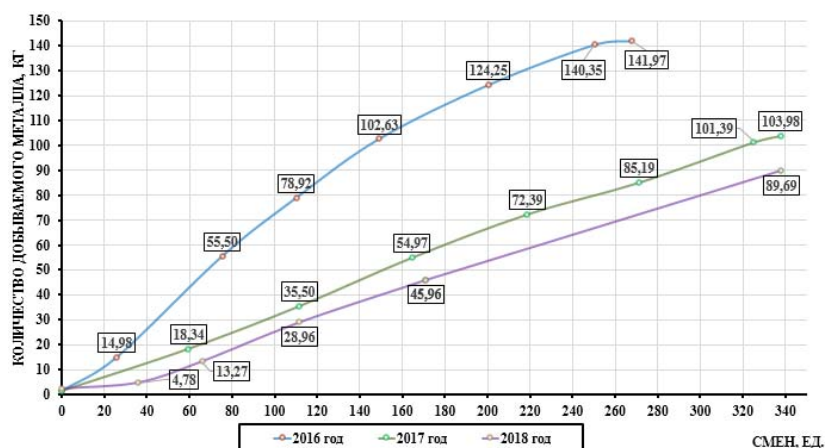


Рис. 2. График зависимости количества добываемого золота от количества смен

Если не предпринимать дальнейшие действия по повышению производительности, тогда увеличивается вероятность того, что в конце 2019 г. показатели участка УГМДЗ № 1 будут еще ниже, чем в 2018 г. Возможно выявить несколько вариантов повышения производительности:

- 1) техническое перевооружение горнодобывающего предприятия;
- 2) изменение технологической схемы на основании анализа работ промывочного комплекса, вскрышного и добычного оборудования.

Наиболее приемлемым является вариант номер два, по нему и был построен детальный расчет.

При анализе работы промывочного комплекса, состоящего из скруббер-бутары, отсадочных машин и питателя бункера обогатительной установки, а также при анализе подачи песков с забоя были получены следующие данные. Весь промывочный комплекс позволяет перерабатывать 2 100 м³ в сутки, экскаватор, подающий пески в обогатительную установку, позволяет поддержать данную производительность с небольшим резервом, а при подаче песков с забоя происходит задержка песков, что заставляет ждать и затягивать промывочный процесс.

На основании данного анализа повысить оптимизацию вскрышных работ на участке УГМДЗ № 1 возможно несколькими способами:

- планирование работ вскрышного оборудования, которое заключается в формировании бункера для разгрузки транспорта, без применения бульдозерного способа подачи песков к экскаватору;
- совершенствование технологии вскрытия, которая заключается в расположении более мелких бульдозеров на верхних слоях вскрышной зоны и вскрытии их на глубину 1 м в поперечном направлении, а большие бульдозеры – в продольном направлении, что позволит по короткому плечу сбрасывать вскрышную породу в выработанное пространство.

За счет изменения направления перемещения вскрыши возможно уменьшение длины рабочей зоны бульдозера, тем самым при уменьшении длины перемещения бульдозера часовая производительность будет возрастать. С учетом всех плюсов данной технологии и породного бункера количество дней нарастающим итогом по блокам до конца промывочного сезона составит 60 рабочих дней.

Для повышения эффективности работ вскрышного оборудования целесообразно использовать предлагаемую технологическую схему с породным бункером, что позволит:

- повысить производительность промывочного комплекса до 2 100 м³/сут.;
- рациональное использование земель, отведенных на разработку месторождения
 - сокращение транспортировки вскрышных пород;
 - повышение производительности вскрышного оборудования.

Расчеты проводились по методике горно-экономические задачи [3]. Возможный чистый дисконтированный доход в ценах 2018 г. от предполагаемого внедрения предлагаемых мероприятий составит 125,23 млн руб [4].

Список литературы

1. Характеристика золотых приисков в России [Электронный ресурс]. URL: <https://hochuzoloto.com/dobycha/zolotyie-priiski-rossii.html> (Дата публикации: 09.15.2015).
2. Инвестиционный потенциал золотодобычи [Электронный ресурс]. URL: <https://zolotodb.ru/article/> (Дата обращения: 10.30.2008).
3. Моссаковский Я. В. Полезные ископаемые, экономика ГРП : М. : Издательство Московского государственного горного университета, 2004.
4. Бедарев Д.И. Повышение производительности на прииске «Удереиский» // Danish Scientific Journal (DSJ). Вып. 21.1. 02.03.2019. С. 11–13.

ТИПЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Н.Ю. Весицкий*

Научный руководитель В.С. Куликовский

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время все больше и больше различных промышленных объектов стремится автоматизировать свою деятельность. Следуя этой тенденции, в электроэнергетике стали появляться современные устройства, что привело к появлению микроэлектронных, а затем микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ), так как устройства релейной защиты, выполненные на традиционной элементной базе, были не всегда способны обеспечить решение ряда актуальных эксплуатационных и технических проблем.

Со временем стали появляться устройства релейной защиты, выполненные на совершенно другой электронной базе, что привело к появлению множества вопросов и проблем, но, несмотря на проблемы, устройства обладали преимуществами, которые компенсировали недостатки.

Самые распространёнными являются электромеханические реле. Они являются дешевыми устройствами с большим сроком службы и малым выделением тепла. Их недостаток – создание электрических помех при срабатывании, задержка перед включением, а также сложность реализации дистанционного мониторинга.

Другой тип устройств релейной защиты – микроэлектронный. Они имеют малые размеры, бесшумны при работе. Недостатком является их высокая стоимость.

И последний тип релейной защиты – микропроцессорный, в последнее время наиболее используется ввиду практичности и расширенной функциональности, а также перехода все большего количества производителей релейной аппаратуры в эту сферу. Достоинствами этих реле является:

- 1) многофункциональность;
- 2) высокая точность измерения;
- 3) компактность;
- 4) непрерывная самодиагностика;
- 5) способность к дальнему резервированию (селективность).

Недостатками являются:

- 1) высокая стоимость;
- 2) плохая ремонтпригодность. Усложнение и увеличение концентрации защитных функций в одном терминале;
- 3) нет единого стандарта;
- 4) повышение квалификации. Обучение или набор более высококвалифицированный персонала.

* © Весицкий Н.Ю., 2019

Рассмотрим различные российские и зарубежные устройства РЗ.

1. Электромеханическое реле итальянской компании *Finder* (рис. 1). Продукция *Finder* соответствует всем европейским нормам и стандартам, а также российским общепромышленным сертификатам ГОСТ-Р.



Рис. 1. Реле Finder

2. Микроэлектронное реле компании Schneider Electric (рис. 2). Устройство, являющееся типом реле без механических движущихся частей, использующее технологию полупроводниковых устройств, вследствие чего имеют полную бесшумность работы, почти неограниченный срок службы.



Рис. 2. Реле Schneider Electric

3. Микропроцессорные защиты БМРЗ производства НТЦ «Механотроника», г. Санкт Петербург. Впервые появились в 1997 г. (рис. 3). БМРЗ – цифровое устройство, разработанное в соответствии с требованиями к защите и автоматике, предъявляемыми ПУЭ и ПТЭ, построено на современной элементной базе, осуществляет весь комплекс защит присоединения и, обеспечивая простоту и надежность в эксплуатации, не требует специального технического обслуживания.



Рис. 3. БМРЗ-100

Если посмотреть на прошлые и нынешние МУРЗ, то можно заметить, что количество функций в одном МУРЗ постоянно возрастает, при этом его размеры остаются теми же (или уменьшаются). Хорошо это? Скорее да, чем нет. Но это приводит к тому, что некоторые функции просто не используются, а также возрастают ошибки за счет человеческого фактора из-за усложнения интерфейса.

Рассмотрим, как повлиял переход с электромеханических РЗ на микропроцессорные на примере ООО «Красноярский цемент» в 2016 г.

До замены (рис. 4) на объекте использовались ячейки КРУ-2 1957 г. выпуска с релейными защитами на электромеханической базе в количестве:

- реле тока серии РТ-40 в количестве 475 шт.;
- реле напряжения серии РН-53/54 в количестве 8 шт.;
- реле времени серии ЭВ-134/142 в количестве 90 шт.

После реконструкции (рис. 5) РП-80/84 были установлены высоковольтные ячейки *simens* с релейными модулями *siprotect* в количестве 99 шт. Релейные модули стали связанными удаленной сетью с выводом информации на компьютер.



Рис. 4



Рис. 5

Благодаря этому уменьшилось количество реле и, следовательно, количество ремонтных работ, увеличилась скорость реакции и точность срабатывания

защит, повысилась надежность работы оборудования. Мониторинг стал производиться с компьютера, а не в ручном режиме.

Список литературы

1. Гуревич В. И. Микропроцессорные реле защиты: новые перспективы или новые проблемы? // Новости электротехники. 2005. № 6 (36).
2. Оптимизация параметров микропроцессорной релейной защиты (дипломная работа).
3. Смородин Г. С., Лысенко В. С., Копейкин Д. А., Гафаров А. А. Микропроцессорные устройства релейной защиты // Молодой ученый. 2016. № 29. С. 136–138. URL <https://moluch.ru/archive/133/37131> (Дата обращения: 12.04.2019).

СНИЖЕНИЕ ВНЕПЛАНОВЫХ ПРОСТОЕВ МЕЛЬНИЦ СЫРЬЕВОГО ЦЕХА АО «РУСАЛ АЧИНСК»

Ф.Ф. Газизов*

Научный руководитель И.И. Демченко
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Сырьевой цех предназначен для приготовления известково-нефелиновой шихты с заданными технологическими показателями. Основным потребителем продукции Сырьевого цеха является цех спекания.

План 2018 г. по приготовлению шихты с установленными технологическими параметрами 10 904,963 тыс. тонн, факт 10574,051 тыс. тонн (–330,900 тыс. тонн). Коренной причиной невыполнения годовой производственной программы цехом являются внеплановые остановки оборудования в количестве 69 394 ч. Из диаграммы (рис. 1) видно, что наибольшее время внеплановых простоев мельниц приходится на нагревы подшипников мельниц.

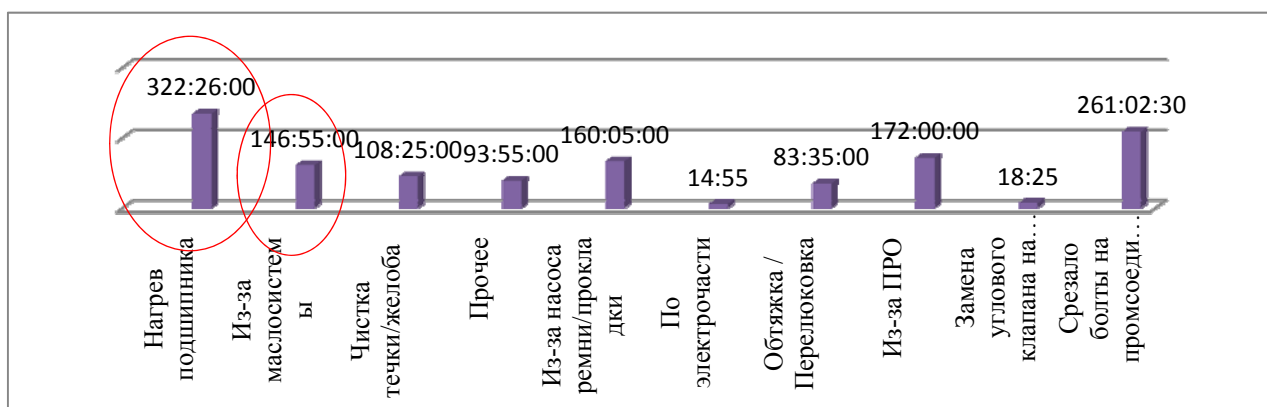


Рис. 1. Внеплановые остановки мельниц в 2018 г., ч

Температура масла при подаче в подшипник не должна превышать 25–40 °С. Так как температура отработанного масла при выходе из подшипника может доходить до 60–65 °С, масло охлаждают в специальном холодильнике перед поступлением в подшипник [1].

При исследовании температурного режима трубной мельницы Ø3,2×15 м № 5 в отделении приготовления шихты Сырьевого цеха АО «РУСАЛ Ачинск» в период с 11 по 26 февраля 2019 г., температура подшипника на выгрузке мельницы составляла 63 °С (при 68 °С происходит автоматическое отключение электропривода мельницы).

При осмотре маслоохладителя выявлено, что отсутствует напор охлаждающей жидкости с маслоохладителя. С помощью лаборатории выявили химический состав отложений в маслоохладителе и определили, что для растворения

* © Газизов Ф.Ф., 2019

солей жесткости потребуется раствор, состоящий из 10 % уксусной кислоты и 90 % воды. Провели химическую очистку маслоохладителя 10%-й уксусной кислотой без остановки мельницы. Пропускная способность воды через маслоохладитель до (рис. 2) и после (рис. 3) химической очистки соответственно. Для химической очистки были использованы очищенная бочка ёмкостью 200 л и центробежный насос GRUNDFOS с производительностью 120 л в час. После проведения химической очистки маслоохладителя был достигнут результат в снижении температуры подшипника на выгрузке мельницы с 63 до 53 °С. Для смазки подшипников мельниц применяется масло И-50А. Как правило, промышленные масла эксплуатируются при сравнительно низких температурах (50–60 °С) [2]. С ростом температуры масла снижается его вязкость, происходит разрыв масляной пленки и подшипники начинают работать в режиме граничного трения, что приводит к интенсивному нагреву и выплавке баббитового слоя на вкладыше.



Рис. 2. Слив охлаждающей жидкости с маслоохладителя до химической очистки

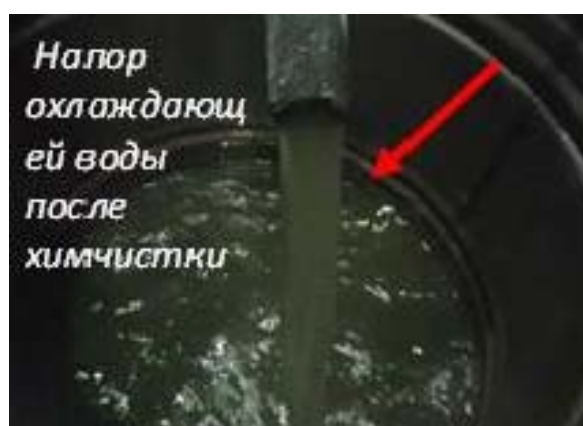


Рис. 3. Слив охлаждающей жидкости с маслоохладителя после химической очистки

Основной причиной нагрева подшипников является снижение или прекращение подачи масла, связанное с засорением или порывом питающего маслопровода или аварийной остановке маслонасосов. При отключении привода, мельница продолжает вращение под действием сил инерции, этого времени достаточно для выплавки баббитового слоя вкладыша подшипника в случае отсутствия подачи масла в смазочную полость. При дальнейшей эксплуатации мельниц после отказа маслонасосов наблюдается рост температуры подшипника и частые остановки мельниц для охлаждения, что в дальнейшем приводит к внеплановому простоям мельницы и трудоёмкому процессу шабровки вкладыша коренного подшипника мельницы.

Для решения данной проблемы на основе аналитических данных, полученных в отделении приготовления шихты Сырьевого цеха АО «РУСАЛ Ачинск», было разработано устройство для смазки цапфовых подшипников трубной шаровой мельницы, которое защищено патентом на полезную модель [3].

Устройство относится к автоматической защите технологических агрегатов от аварийных режимов работы, а конкретнее – к устройствам защиты цапфовых подшипников трубных шаровых мельниц, и может быть использована в отраслях промышленности, связанной с измельчением руды.

Задачей данного технического решения является повышение долговечности подшипников жидкостного трения.

Схематическое изображение общего вида устройства показано на рис. 4. Устройство работает следующим образом: во время работы мельницы масло поступает по трубопроводу 1 через расходомер 3 в аккумулирующую емкость 2, из которой по сливному патрубку 6 через шаровый кран 7 в смазочную полость 8 на цапфу подшипника 9. При этом перед пуском мельницы в работу обслуживающий персонал производит регулировку уровня масла в аккумулирующей емкости до максимального значения шаровым краном 7, контроль выполняется визуально через смотровое стекло указателя уровня масла 12. В случае прекращения подачи масла по трубопроводу 1 срабатывает расходомер 3, выдавая сигнал на отключение привода мельницы в блок 4 управления, масло из аккумулирующей емкости 2 по сливному патрубку 6 через шаровый кран 7 за счет связи с атмосферой через патрубок 11 продолжит поступать в смазочную полость 8 на цапфу подшипника 9, что сохранит подачу масла до полной остановки мельницы под воздействием сил инерции и не приведет к перегреву баббитового слоя и натягу его на цапфу. Дисплей 5, расположенный на щите управления приводом мельницы и показывающий текущий расход масла на каждый подшипник мельницы, служит дополнительным прибором контроля за работой маслосистемы мельницы, что позволяет своевременно выявить сбой в работе агрегата.

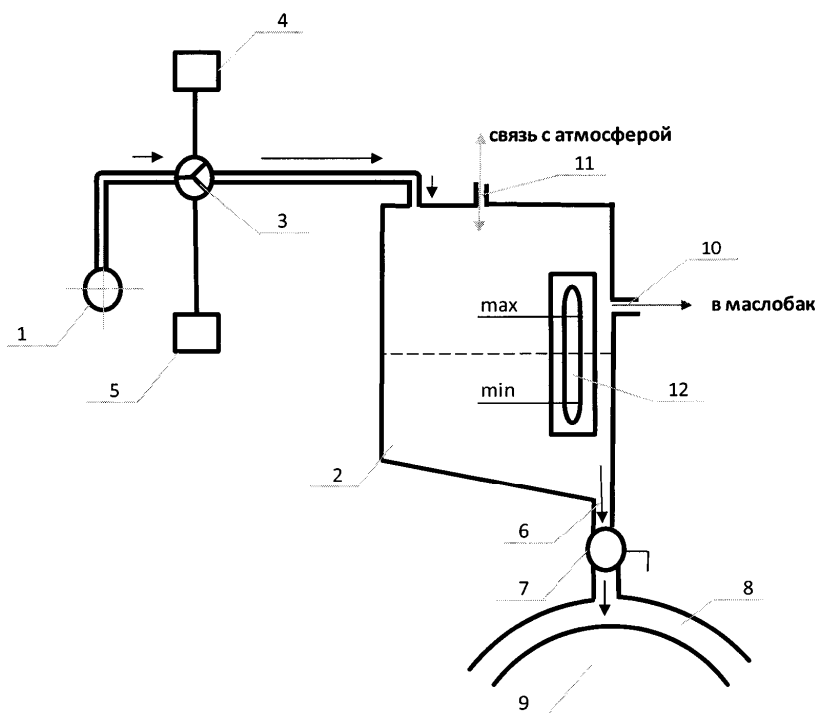


Рис. 4. Устройство для смазки цапфовых подшипников трубной шаровой мельницы, общий вид

Список литературы

1. Алексеев Б. В. Технология производства цемента. Цапфовые подшипники: сайт. URL: <http://www.bibliotekar.ru>.
2. Анисимов И. Г., Бадыштова К. М., Бнатов С. А. и др. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение : справочник / под ред. В. М. Школьников. Изд. 2-е перераб. и доп. М. : Издательский центр «Техноинформ», 1999. 596 с.
3. Устройство для смазки цапфовых подшипников трубной шаровой мельницы / Газизов Ф. Ф., Демченко И.И. Патент на ПМ № 186055, МПК В02С 17/18, Оpubл. 27.12.2018. Бюл. № 36.

КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ И LQR-ОПТИМИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Д.С. Лёмин, Н.Б. Содномова*

Научный руководитель В.В. Кибардин
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Цель работы. Анализ критериев оптимального управления и методов оптимизации. При анализе систем управления обычно рассматривают два режима работы – статический и динамический. Поэтому все методы оптимизации делятся на статические и динамические. Объект управления (электрический двигатель) находится в состоянии непрерывного движения под действием различных внешних и внутренних факторов. Следовательно, оценка результата управления дается за время управления T , и это задача динамической оптимизации. С помощью методов динамической оптимизации решаются задачи, связанные с распределением ограниченных ресурсов для достижения комплекса конкурирующих целей на протяжении некоторого промежутка времени, а целевая функция записывается в виде интегрального функционала. Ограничения накладываются как на переменные управления, так и на переменные состояния. Обычно это неравенства или интегральные ограничения, так как приходится иметь дело с конечными ресурсами источников энергии или с необходимостью ограничения пределов изменения некоторого параметра в процессе управления, являющегося функцией переменных состояния и управления (например, ускорение, угол поворота вала исполнительного механизма и т. д.).

Анализ и синтез систем управления выполняется во временной, частотной областях и в пространстве состояний. В первом случае общепринятыми считаются интегральные критерии минимума расхода энергии на управление:

$$J1 = \int_{t_0}^{t_k} u(t) \cdot i(t) \rightarrow \min \quad (1)$$

и максимального быстродействия

$$J2 = \int_{t_0}^{t_k} 1 dt = t_k - t_0 = T \rightarrow \min. \quad (2)$$

Рассматриваемые критерии для своей реализации требуют источников бесконечно малой и бесконечно большой мощности соответственно. Следовательно, возникает задача нахождения оптимального закона управления, удовлетворяющего наилучшим образом двум противоречивым критериям.

Для выработки такой стратегии управления предварительно рассчитывают оптимальные управляющие воздействия u_1^* и u_2^* , обеспечивающие, при принятых ограничениях, экстремум функционалам $J_1 = J_1^*$ и $J_2 = J_2^*$. Их находят

* © Лёмин Д.С., Содномова Н.Б., 2019

методами вариационного исчисления. Далее рассматривается критерий оптимального управления:

$$J = \alpha \cdot \left| \frac{J_1 - J_1^*}{J_1^*} \right| + \beta \cdot \left| \frac{J_2 - J_2^*}{J_2^*} \right|, \quad (3)$$

где α и β – весовые коэффициенты, определяемые стратегией управления.

В функционале (3) при коэффициентах α и β стоят абсолютные значения величин. Это вызвано тем, что функционалы J_1^* и J_2^* могут достигать в точке экстремума либо максимум, либо минимум, а разности могут быть и положительными, и отрицательными.

Управление, удовлетворяющее критерию (3), называется компромиссным. Математическим аппаратом решения таких задач являются вариационные методы: классическое вариационное исчисление, принцип максимума Л. С. Понтрягина и динамическое программирование Р. Беллмана. Для решения частных задач применяются критерии минимума тока, потребляемого электроприводом, минимума тепловых потерь в электродвигателе, а также известные в теории автоматического управления интегральные оценки качества переходного процесса:

- минимум среднеквадратичного отклонения $\varepsilon^2(t)$:

$$J = \int_0^{\infty} \varepsilon^2(t) dt \rightarrow \min;$$

- улучшенный квадратичный критерий качества:

$$J = \int_{t_0}^{t_k} t \varepsilon^2(t) dt \rightarrow \min;$$

- обобщённый интегральный критерий качества:

$$J = \int_{t_0}^{t_k} \left[x^2 + \gamma_1 \cdot \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \dots + \gamma_{n-1} \left(\frac{d^{n-1} x}{dt^{n-1}} \right)^2 \right] dt \rightarrow \min$$

от квадратичных форм. В последнем критерии x – выходная переменная; γ_i – весовые коэффициенты при квадратах производных i -го порядка от выходной координаты. Первое слагаемое запрещает длительное существование отклонения x от заданного, а последующие – длительное существование больших производных. Поэтому минимуму интеграла соответствуют достаточно быстрые и плавные переходные процессы. Имея дифференциальное уравнение замкнутой системы и задавая весовые коэффициенты, можно вычислить оптимальное значение функционала. Можно решить и обратную задачу. Для оптимизации амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) замкнутых систем управления электроприводом используют критерии амплитудного (МО), симметричного (СО) и

компромиссного оптимумов (КО). Основное требование – максимальная близость АЧХ проектируемой системы к АЧХ идеального фильтра нижних частот, которая математически задается в виде $dA_2(\omega)/d\omega = 0$ при $\omega = 0$ (МО), $dA_2(\omega)/d\omega \rightarrow 0$ при $\omega \rightarrow 0$ (СО); $n = 2, 4, 6, \dots$. Из технических устройств этим требованиям удовлетворяют фильтры Баттерворта второго и третьего порядков.

Управление объектом по критерию МО обеспечивает оптимальный переходный процесс при изменении задания и затянутый переходный процесс при изменении нагрузки, система управления является астатической по заданию и статической по возмущению. Системы с регуляторами, структура и параметры которых выбраны по критерию СО, имеют оптимальный переходный процесс при изменении нагрузки и неблагоприятный переходный процесс при изменении задания (перерегулирование до 43 %), относительно небольшие запасы устойчивости по амплитуде и фазе, чувствительны к изменениям параметров объекта управления, являются астатическими как по заданию, так и по нагрузке. Таким образом, эти два критерия также являются противоречивыми. Устранить эти противоречия можно путем включения на вход системы СО низкочастотного фильтра (система с двумя степенями свободы) или выбирать регуляторы по критериям линейного и компромиссного оптимумов. При решении задач оптимизации в пространстве состояний, когда линейная стационарная система задана векторно-матричными уравнениями:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = Ax + Bu; y = Cx; \quad (4)$$

целесообразно представлять критерии (1) и (2) в виде квадратичных форм

$$J_3 = \int_0^{\infty} x^T Q x dt \rightarrow \min, \quad J_4 = \int_0^{\infty} u^T R u dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

и переходить к функционалам

$$J_6 = \int_0^{\infty} (x^T Q x + u^T R u + 2x^T N u) dt \rightarrow \min,$$

$$J_7 = \int_0^{\infty} (y^T Q y + u^T R u + 2y^T N u) dt \rightarrow \min,$$

Выполним анализ полученных результатов путем сравнения динамических свойств трех систем управления: система с фильтром, регуляторы которой выбраны по критерию СО и МО; система с коррекцией по компромиссному оптимуму (регуляторы СО, МО, встречно-параллельная коррекция с выхода на вход реализована с помощью звена с передаточной функцией $W(s) = 0,449(0,02s+1)$) и система с оптимальным LQR ПИ-регулятором. Структурные схемы этих систем в MATLAB+Simulink представлены на рис. 1 и 2. Очевидно, что система с оптимальными обратными связями более инерционна и имеет менее жесткую электромеханическую характеристику. В то же время переходный процесс соответствует теории МО, и она обладает внутренней устойчиво-

стью по току якоря и напряжению источника питания. Из всех рассмотренных систем по результатам моделирования наилучшей по динамическим и электро-механическим свойствам следует считать систему компромиссного оптимума.

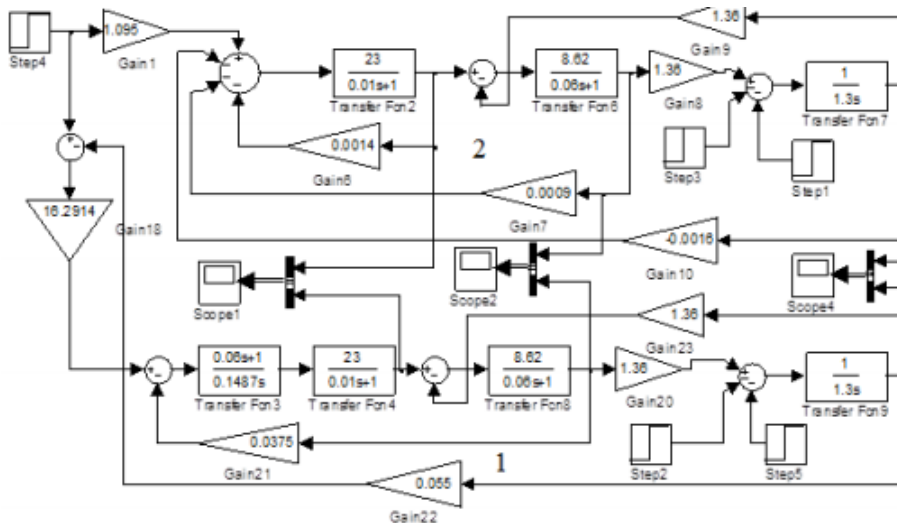


Рис. 1. Структурные схемы замкнутых систем управления:
 1 – система с регуляторами МО-МО;
 2 – система с оптимальными обратными связями.

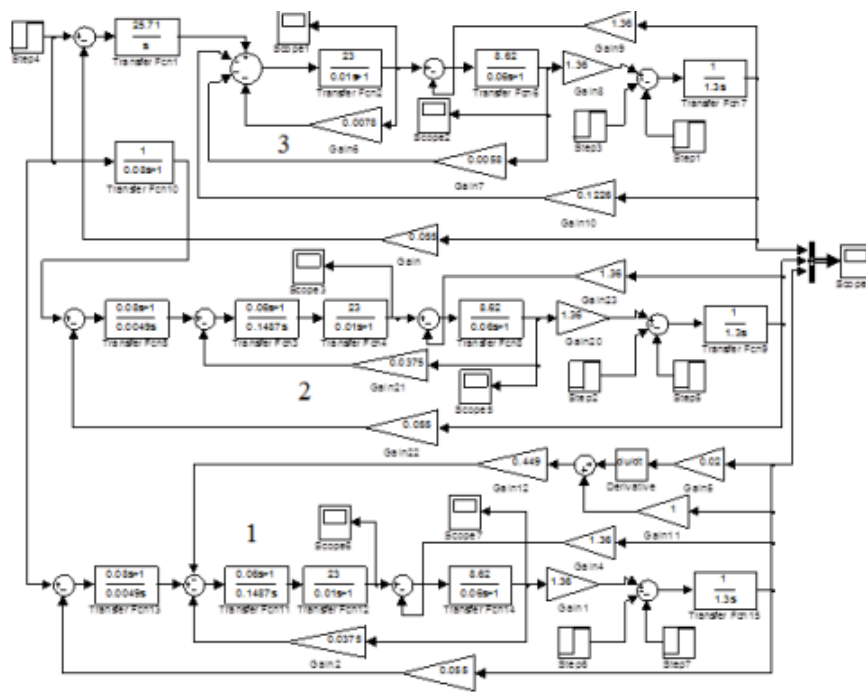


Рис. 2. Структурные схемы систем: 1 – система компромиссного оптимума;
 2 – система СО-МО с фильтром; 3 – система с оптимальным LQR ПИ- регулятором

Список литературы

1. Кибардин В. В., Ковалева О. А., Язев В. Н. Критерии оптимального управления и LQR-оптимизация в электроприводе // Вестник КрасГАУ. 2015. № 12 С. 61–73.

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ МАШИНИСТОВ ЭКСКАВАТОРОВ
ПАО «ПОЛЮС»**

А.О. Муленкова, М.С. Песочинский*

Научный руководитель И.И. Демченко
доктор технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

ПАО «Полюс» – крупнейший производитель золота в России и одна из 10 ведущих глобальных золотодобывающих компаний, себестоимость производства на предприятиях которой является одной из самых низких в мире. «Полюс» обладает вторыми крупнейшими запасами золота в мире (доказанные и вероятные запасы по международной классификации составляют 68 млн унций) – фундаментом устойчивого роста производства. Компания разрабатывает рудные и россыпные месторождения золота в Красноярском крае, Иркутской, Магаданской, Амурской областях и Якутии (Куранах). Крупнейший актив – месторождение Олимпиада в Красноярском крае.

С целью повышения квалификации рабочих по профессии машинист экскаватора предложена модель обучения, основанная на корпоративном профессиональном стандарте предприятия [1] и представляющая собой учебно-методический комплекс, включающий в себя:

- программу теоретического и производственного обучения;
- учебное пособие и презентационные материалы для теоретического обучения;
- фонд оценочных средств;
- рабочую тетрадь для производственного обучения;
- организационно-методические рекомендации для преподавателя;
- электронный каталог нормативно-технической документации.

Целью обучения является подготовка сотрудников к самостоятельному выполнению всех видов работ, предусмотренных квалификационной характеристикой и корпоративными профессиональными стандартами, в соответствии с техническими условиями и нормами, установленными на предприятии. Программа обучения предназначена для подготовки машинистов экскаваторов с 5 по 8 разряд. Общее количество часов для каждого разряда рассчитано исходя из того, что при обучении на разряд обучающийся осваивает конструкцию, технические характеристики и управление конкретной моделью экскаватора.

Отличительной особенностью разработанных программ теоретического и производственного обучения является их полная актуализация под профессиональные стандарты, гибкость их структуры за счёт модульного представления информации и оптимизация времени обучения на разряд за счёт изучения кон-

* © Муленкова А.О., Песочинский М.С., 2019

кретных тем, необходимых для освоения компетенций, позволяющих работать на соответствующем разряде оборудовании (рисунок).

Компетенции	Индикаторы	№ п/п	Разделы/ Темы	Разрядность машинистов экскаваторов			
				5	6	7	8
				Разрядность помощников машинистов экскаваторов			
				4	5	6	7
				Экскаватор с ковшем вместимостью от 0,4 м ³ до 2,5 м ³	Экскаватор с ковшем вместимостью от 2,5 до 4,6 м ³	Экскаватор с ковшем вместимостью от 4,6 до 10 м ³	Экскаватор с ковшем вместимостью от 10 м ³
Профиллирование трассы экскаватором Перемещение экскаватора в процессе работы	Знает влияние физико-механических свойств горных пород на технологический процесс Знает выбор режимных параметров перемещения экскаватора в процессе работы в зависимости от горно-геологических и горно-технических условий	1	Физико-механические свойства горных пород				
		1.1	Физико-механические свойства горных пород	o			
		1.2	Физика процесса разрушения массива исполнительными органами горных машин	o			
		1.3	Копание и резание горных пород. Основы технологии экскаваторных работ.	o			
		1.4	Горно-геологические и горнотехнические условия	o			
Анализ готовности экскаватора к началу ведения технологического процесса Выбор местоположения экскаватора	Знает конструкцию экскаватора Знает техническое состояние экскаватора Знает критерии оценки готовности экскаватора к началу ведения технологического процесса Знает технические характеристики экскаватора и схемы его движения	2	Конструкция и технические характеристики экскаватора				
		2.1	Конструкция и технические характеристики гидравлических экскаваторов				
		2.1.1	Конструкция и технические характеристики экскаватора CAT 3490	o			
		2.1.2	Конструкция и технические характеристики экскаваторов Hitachi				
			Конструкция экскаватора Hitachi EX 1200			o	
			Конструкция экскаватора Hitachi EX 1900				o
		2.1.3	Конструкция и технические характеристики экскаваторов Komatsu				
			Конструкция экскаватора PC 400	o			
			Конструкция экскаватора PC 750		o		
			Конструкция экскаватора PC 1250			o	
			Конструкция экскаватора PC 2000				o

Рис. Фрагмент программы теоретического обучения

При разработке программы обучения были проанализированы компетенции машинистов экскаваторов и их индикаторы. Индикаторы в части знаний положены в основу программы теоретического обучения, умений – производственного. Программа теоретического обучения легла в основу учебного пособия и презентационных материалов. Содержание учебного пособия полностью соответствует структуре программы теоретического обучения и включает в себя четыре основных раздела: физико-механические свойства горных пород, конструкция экскаватора, управление экскаватором, техническое обслуживание и ремонт.

Для оценки освоения рабочими программы теоретического обучения создан фонд оценочных средств, который представлен банком тестовых заданий. При успешном прохождении оценки знаний (60 % правильных ответов) обучающийся имеет право приступить к производственному обучению.

Производственное обучение происходит непосредственно на рабочем месте – в карьере. Обучающийся закрепляется за наставником. Обучение проходит по рабочей тетради, состоящей из модулей. Для каждого модуля в спецификации определены действия обучающегося, умения и необходимые для обучения ресурсы. Также представлены само задание с порядком его выполнения и критерии оценки освоения модуля. Наличие положительных отметок наставника о прохождении всех модулей производственного обучения в соответствии с осваиваемым разрядом и моделью экскаватора рассматривается как успешная сдача квалификационного экзамена.

К основным достоинствам представленного учебно-методического комплекса относятся:

- обучаемому предоставляется информация, адаптированная под трудовые функции, присущие осваиваемому разряду, и конкретную модель экскаватора;
- модульное представление информации позволяет в случае изменения номенклатуры оборудования оперативно откорректировать программу обучения;
- сведение всей нормативно-технической документации на оборудование предприятий группы «Полюс» в единый электронный каталог, позволяющий при необходимости в процессе обучения получить более детальную информацию о конструкции, управлении и техническом обслуживании изучаемой модели экскаватора.

Список литературы

1. Профессиональный стандарт «Машинист экскаватора» [Электронный ресурс]. URL: <http://япрофессионал.рф> (дата обращения: 10.04.2019).

ПЕРСПЕКТИВЫ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЕЙ ЭРБЕКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.А. Ондар*

Научный руководитель О.А. Чооду
кандидат технических наук, доцент

Тувинский государственный университет

Каменные угли Тувы и продукты их переработки представляются наиболее реальными и надёжными энергоносителями в республике как в настоящее время, так и в достаточно протяженный период в будущем, хотя при этом не следует исключать и другие источники энергии. Республика располагает большими запасами каменных углей (общие ресурсы превышают 20 млрд т, а разведанные по промышленным категориям запасы – 5,1 млрд т) [1].

Основное применение угля в настоящее время – энергетическое. Разработка месторождений ведется открытым способом (разрезы «Каа-Хемский», «Чаданский»). Предварительная технологическая обработка угля в настоящее время отсутствует. Из-за большого содержания «летучих» (неконденсируемые газы, каменноугольная смола) и склонности к спеканию слоевое горение тувинских углей в котлоагрегатах сопровождается высоким химическим недожогом. Резко континентальный климат и географические условия (расположение населенных пунктов республики в межгорных котловинах, своеобразная «инверсионная крышка») препятствуют перемешиванию воздушных масс и очищению воздуха. В зимнее время, низкие температуры ($-45\text{ }^{\circ}\text{C}$) и отсутствие в этот период интенсивной циркуляции в приземном слое приводят к сильному загрязнению атмосферного воздуха продуктами неполного сгорания углей. По данным исследований, концентрации загрязняющих веществ в зимний период в подавляющем большинстве районов города обуславливаются, главным образом, выбросами частного сектора. Опасность выбросов частных печей усугубляется еще и тем, что многие загрязняющие вещества, как правило, сорбируются на поверхности сажевых частиц, являющихся респирабельными. При этом концентрация канцерогенных ПАУ, сорбированных на поверхности частиц, превышает ПДК в сотни раз.

Снижение вредных выбросов в атмосферу, охрана природы, рациональное использование энергетических ресурсов – одна из важнейших социальных и экономических проблем. Снижение ущерба окружающей среде от угольной энергетики может быть достигнуто путем перехода к использованию экологически более безопасных видов топлива угольного происхождения (подземная газификация угля).

Подземная газификация угля представляет собой термохимический процесс преобразования залегающего в недрах твердого топлива в газообразное состояние.

* © Ондар О.А., 2019

Выведенный на поверхность газ может быть использован в энергетических и химико-технологических целях. Участок угольного пласта, на котором ведется газификация, – подземный газогенератор условно делится на пять зон: нагрева пласта, окисления, восстановления, конверсии и сушки газов и самого пласта. Основные факторы, влияющие на эффективность подземной газификации:

- горно-геологические условия залегания месторождения;
- количество воды, вовлекаемое в процесс и минеральный состав угля;
- параметры дутья;
- сетка и расположение скважин.

Наиболее перспективной в настоящее время является подземная газификация Эрбекского месторождения каменных углей с последующей выработкой тепловой и электрической энергии. Эрбекское месторождение разрабатывалось в 1950-е гг., однако после аварии в шахте один из пластов загорелся и продолжает гореть в настоящее время. В связи с этим дальнейшая разработка месторождения традиционными способами невозможна. Тушение пласта потребует больших затрат, экономически и технически нецелесообразно. Для того чтобы ресурсы месторождения не расходовались впустую, предлагается газификация месторождения и выработки электроэнергии и тепла для нужд республики, а также для продажи электроэнергии в энергодефицитные регионы России с целью повышения экономической самостоятельности республики.

Запасы месторождения по промышленным категориям утверждены протоколом № 7560 от 29.07.1952 ГКЗ СССР в количестве 97 156 тыс. т. Описание месторождения приводится в соответствии с отчетом «О геологоразведочных работах, произведенных в 1949–1952 гг. на участках 1, 2 Эрбекского каменно-угольного месторождения» (автор отчета – Лосев А. Л., 1952) [2].

Эрбекское месторождение каменного угля приурочено к западной окраине Улуг-Хемского бассейна и расположено на правом берегу р. Енисей, в 30 км от г. Кызыла. Разведанный и частично отработанный участок, где с 1953 г. продолжается подземный пожар, представляет собой южную часть месторождения и занимает площадь 15 км². Юрские угленосные отложения общей мощностью свыше 1 200 м представлены конгломератами, разномерными песчаниками, алевролитами, аргиллитами. Характерно постепенное уменьшение гранулометрического состава юрских пород по направлению к верхним горизонтам. По форме Эрбекское месторождение представляет собой западное крыло основной синклинали структуры Улуг-хемского бассейна, осложненное вторичным антиклинальным перегибом. Северная часть месторождения характеризуется углами падения, не превышающими 10–13° с направлением падения на восток, южная часть месторождения отличается углами падения, достигающими 80° и почти меридиональным направлением падения. На месторождении установлены три угольных пласта с рабочей мощностью.

Пласт № 1 (Улуг) – лучший на месторождении, отличается сравнительной выдержанностью, простым строением и характеризуется мощностью от 2,7 до 9,0 м (в среднем 5,35 м). Основной рабочий пласт угля в месторождении.

Пласт № 2 отличается значительным распространением, сравнительно выдержанный. По своему строению сложный. Мощность пласта колеблется от 0,15 до 5,32 м (в среднем 2,5 м). Пласт № 2 относится к рабочим.

Пласт № 3 распространен только в восточной части разведанного участка. По строению пласт сложный. Мощность колеблется от 0,2 до 4,2 м (в среднем 2,1 м). Пласт относится к рабочим [3].

Таблица 1

Запасы месторождения, тыс. т

Номер пласта	А	В	С ₁
Технологические угли			
2 (Улуг)	26 293	28 967	5 713
3	33 86	8 574	3 320
5	–	379	566
Итого	29 679	37 920	9 599
Энергетические угли			
2 (Улуг)	–	2 320	7 020
3	1 527	3 400	4 466
5	–	528	697
Итого	1 527	6 248	12 183
ВСЕГО по оцениваемой площади	31 206	44 168	21 782

Граница технологических и энергетических углей определена условно, угли с величиной пластического слоя выше 27 мм отнесены к технологическим, а угли с величиной пластического слоя с 20 до 27 мм – энергетическим.

Таблица 2

Показатели качества угля рабочих пластов участка 1-2 Эрбекского месторождения

Параметры	Пласт № 2 (Улуг)	Пласт № 3	Пласт № 5
Глубина залегания, м	147–489	14–403,2	
Мощность пласта, м	2,7–9,0	0,15–5,32	0,2–4,2
W ^a , %	0,30–1,92	0,51–2,26	0,8–4,45
A ^c , %	8,37–30,84	9,47–35,75	7,0–42,0
V ^r , %	37,7–45,16	37,45–43,77	37–41,83
S ^c _{общ} , %	0,22–0,92	0,38–0,57	0,3–1,12
P ^c , %	0,008–0,070	0,007–0,026	0,003–0,021
x, мм	33–56	38–58	36–46
y, мм	14–35	10–23	8–20

Список литературы

1. Лебедев Н. И. Угли Тувы: состояние и перспективы освоения сырьевой базы. 2007.

2. Лосев А. Л. Угольные бассейны и месторождения Тувинской АССР. М. : Недра, 1964.

3. Лосев А. Л. угольные бассейны и месторождения Тувинской АССР // Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 8. М. : Недра, 1969.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ ЗАЩИТЫ ОТ КОММУТАЦИОННЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ И ТРАНСФОРМАТОРОВ

С.В. Осипенко*

Научный руководитель С.В. Кузьмин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Первым опытным средством ограничения коммутационных перенапряжений (КП) стали вентильные разрядники, но, имея импульсное пробивное напряжение выше $3,2 U_n$ и большие габариты, вентильные разрядники (РВМГ, РВМК, РВМКГ, РВРД) не смогли обеспечить надёжное ограничение КП.

В последние годы как в России, так и за рубежом в электрические сети активно внедряют нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН). ОПН представляет собой нелинейный резистор на основе ZnO с высоким коэффициентом нелинейности, благодаря чему при номинальном фазном напряжении он пропускает ничтожный ток 1 мА. При увеличении напряжения сопротивление ОПН резко уменьшается, а ток, протекающий через него, растёт. По данным каталога продукции фирмы «Таврида электрик» уровень ограничения перенапряжений нелинейными ограничителями типа ОПН КР/TEL и ОПН РТ/TEL составляет $(2,4-3,0) U_n$. Однако в процессе работы ОПН, в зависимости от значения и характера проходящих через него импульсов тока, ресурс ограничителя исчерпывается, и остающееся напряжение становится опасным для защищаемого оборудования [1]. Следовательно, появляется проблема диагностики состояния ОПН.

Применение ОПН на горно-металлургических предприятиях ограничено их низкой надёжностью в результате термической неустойчивости в условиях частых однофазных замыканий на землю и неудовлетворительного действия релейной защиты. Кроме того, включение ОПН между фазами сети и корпусом электроприемника в районах с многолетнемёрзлыми грунтами может приводить к появлению опасных потенциалов на корпусах электрооборудования вследствие неэффективного действия защитных устройств [2].

Ещё одним распространённым средством защиты двигателей и трансформаторов от КП является подсоединение RC-цепочек между вакуумным коммутационным аппаратом (ВКА) и нагрузкой. RC-цепочка состоит из конденсаторов $0,1-0,5$ мкФ и резисторов $25-100$ Ом, соединённых последовательно. Конденсаторы уменьшают волновое сопротивление цепи нагрузки, снижая тем самым перенапряжения, вызванные срезом тока, а резисторы способствуют затуханию высокочастотного тока, регулируют воздействие на другие фазы и вместе с конденсаторами уменьшают вероятность повторного зажигания дуги в ВКА [3].

* © Осипенко С.В., 2019

На базе RC-цепочек разработан универсальный RC-гаситель с постоянными параметрами резистора и конденсатора. Это обусловлено тем, что с повышением мощности двигателя понижается перенапряжение.

Для эффективной защиты от перенапряжений ограничитель должен удовлетворять следующим условиям:

- иметь уровень ограничения ниже допустимого уровня перенапряжений для защищаемого объекта;
- иметь минимальную стоимость и габариты;
- должен снижать скорость нарастания импульса напряжения и сглаживать частоту импульса;
- эффективно ограничивать перенапряжения в диапазоне частот 1–150 кГц;
- ограничитель должен быть термически устойчив в режиме однофазного замыкания на землю (ОЗЗ);
- иметь большой срок эксплуатации.

Сводные показатели, характеризующие работу ограничителей перенапряжения сведены в таблицу

Таблица

Сводная таблица показателей устройств ограничения КП

Тип устройства		RC-гаситель	ОПН-6/6,5-10 УХЛ2	ОПН-К/TEL-6
Завод изготовитель		ООО «Рутас», Красноярск	ОАО «Феникс-88», Новосибирск	ОАО «Таврида-электрик», Москва
Масса, кг		4,6	2	1,8
Габариты в однофазном исполнении		315×170×110	270×80×80	120×80×80
Срок службы, год	Паспортные данные	25	25	25
	Реальные	–	1,1	1,2
Уровень ограничения перенапряжений		1,7	2,5	2,3
Способность снижать скорость нарастания коммутационного импульса		способен	не способен	не способен
Работоспособность в диапазоне частот	до 45 кГц	высокая	высокая	Высокая
	45–120 кГц	высокая	низкая за счет появления «зоны запираия»	низкая за счет появления «зоны запираия»
Устойчивость к ОЗЗ	Защита от ОЗЗ – сигнал	высокая*	низкая за счет термической неустойчивости	низкая за счет термической неустойчивости
	Защита от ОЗЗ – отключение	высокая	высокая	Высокая

Гаситель перенапряжений на основе RC-цепочек превосходит ОПН по большинству параметров, исключения составляют лишь стоимость и габариты RC-ограничителя.

Для двигателей, длительно находящихся в эксплуатации (более 5 лет), допустимый уровень перенапряжений составляет $1,8 U_n$ [4].

Использование ОПН с максимальным уровнем ограничения $K_p = 2,4$ не позволит обеспечить надежную защиту электрической машины, поэтому наиболее эффективным средством является RC-цепочка.

Так, для защиты электродвигателя мощностью 500 кВт марки СДЭ-14-29-6 согласно методике наиболее эффективные параметры RC-цепочки: $R = 75 \text{ Ом}$, $C = 0,25 \text{ мкФ}$.

На рисунке приведена модель и осциллограмма процесса отключения масляным выключателем электродвигателя типа СДЭ-14-29-6 при длине кабельной линии 100 м с подключенной RC-цепочкой. Защитный RC-гаситель, согласно приведенным выше рекомендациям, подключен к зажимам электродвигателя.

Уровень перенапряжений на зажимах электродвигателя $1,44 U_n$, что значительно ниже допустимого $1,8 U_n$. При этом уменьшилась длительность переходного процесса до 3,9 мс, снизилась скорость нарастания напряжения до $3,7 \text{ В/мкс}$.

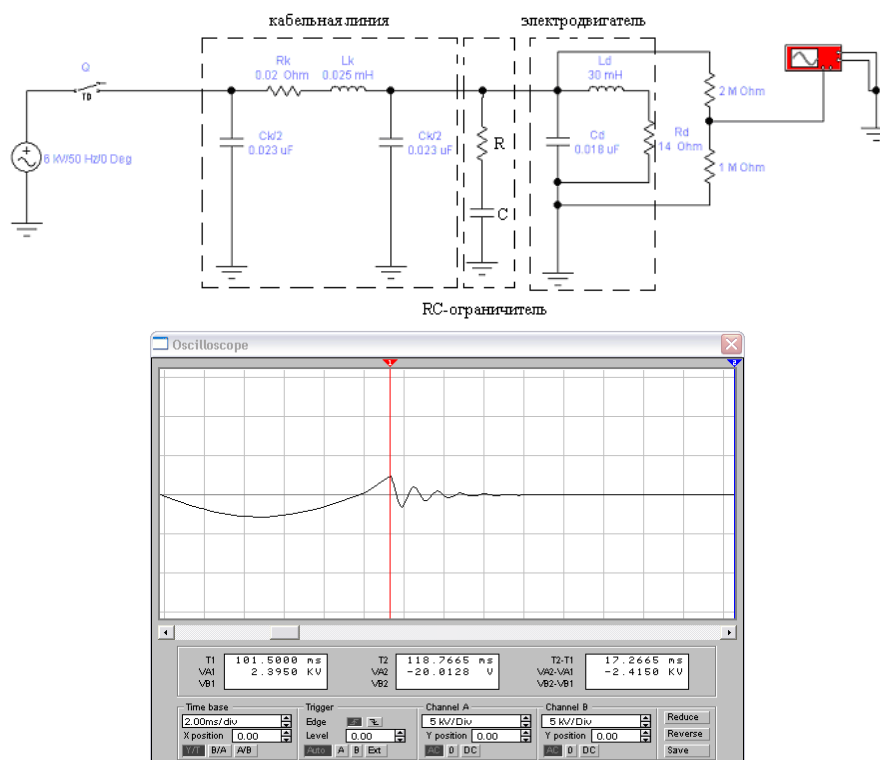


Рис. Схема подключения RC-цепочки для защиты электродвигателя СДЭ-14-29-6 коммутируемого масляным выключателем при длине кабельной линии 100 м и осциллограмма переходного процесса

РС-гаситель снижает частоту коммутационного импульса и скорость нарастания напряжения, так как является простым широкополосным фильтром.

Защиту электродвигателей от КП следует выполнять только на базе РС-гасителей, а для защиты трансформаторов и кабельных линий можно использовать как РС-гасители, так и ОПН.

Список литературы

1. Рыжков С. Ю., Минакова Л. В. Проблемы диагностики ограничителей перенапряжения ОПН и пути их решения // Электротехника. 2000. № 7.

2. Гончаров А. Ф., Нагарев С. В. Исследования взаимодействия вакуумного выключателя с электрическими сетями горных предприятий // Отчет о НИР № гос. рег. 76086908.

3. Гончаров А. Ф., Кузьмин С. В., Тарнопольский В. Г. и др. Трёхфазный резистивно-емкостной ограничитель перенапряжений // Информационно-аналитический сборник. Красноярск : Красноярскэнергонадзор, 2001. № 3.5.7.

4. Эпштейн И. Я., Гончаров А. Ф., Попов Ю. Н. Импульсная прочность изоляции экскаваторных электродвигателей // Изв. вузов. Горный журнал. 1987. № 7.

5. Барышников Д. В. Экспресс-методы оценки и прогнозирования коммутационных перенапряжений в системах электроснабжения 6–10 кВ промышленных предприятий : дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2010.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ОТБОЙКИ ГЛИНИСТОГО МАССИВА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДВУХФАЗНОЙ ГИДРОМОНИТОРНОЙ СТРУИ

Н.А. Шкаруба*

Научный руководитель В.Е. Кисляков
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Разработка россыпных месторождений, залегающих в породах с высоким содержанием глины, технологиями, предполагающими предварительное механическое рыхление, связана с определенными сложностями: во время работы часто наблюдается значительное налипание глины на рабочие органы машин, вызывающее простои оборудования и увеличение времени технологических операций. В связи с этим наиболее эффективный способ разработки высокоглинистых россыпных месторождений – гидромониторная отбойка.

Увеличение производительности гидромониторной отбойки возможно различными известными конструктивными и технологическими способами [1–3]. Также известна обработка материалов двухфазными струями, состоящими из воды и твердых абразивов, например, станки гидроабразивной резки [4–6]. В горном деле также известно применение двухфазных струй [7–9], но для гидромониторов рассмотрено только эжектирование воздуха в струю гидромонитора.

Таким образом, применение двухфазных струй эффективно, но исследований, направленных на изучение влияния эжектирования твердых абразивных частиц в напорную струю гидромонитора на производительность отбойки глинистого массива, выявлено не было.

С целью определения этого влияния проведены эксперименты в масштабе 1:10 при помощи лабораторного стенда [10], в соответствии с исходными данными: диаметр насадки гидромонитора (d_n) 5 и 7 мм, напор на насадке гидромонитора $H_0 = 5$ м, величина разряжения в эжекторе $H_{эж} = -3,5$ м, расстояние до забоя $L = 2,5$ м, плотность напорной воды $\rho = 1\ 000$ кг/м³, диаметр сопла эжектора $d_c = 2,3$ мм, крупность твердых абразивных частиц ($d_{т.ч.}$) 0,15; 0,20; 0,26; 0,33; 0,41 мм.

В качестве твердых абразивных частиц принят кварцевый песок плотностью $\gamma = 1,7$ т/м³, в качестве модели глинистого забоя – образец массива горных пород, состоящий только из глины.

По результатам проведенных экспериментов выявлена возможность увеличения производительности гидромониторной отбойки от 4,8 до 7,4 раза (рис. 1), при этом увеличение силы давления гидромониторной струи на забой составило 6,8–15,2 % (рис. 2).

* © Шкаруба Н.А., 2019

Увеличение производительности отбойки, очевидно, объясняется абразивным воздействием твердых частиц в напорной струе гидромонитора. Кроме того, твердые частицы на поверхности глинистого массива создают точки концентрации разрушающего воздействия водяной напорной струи.

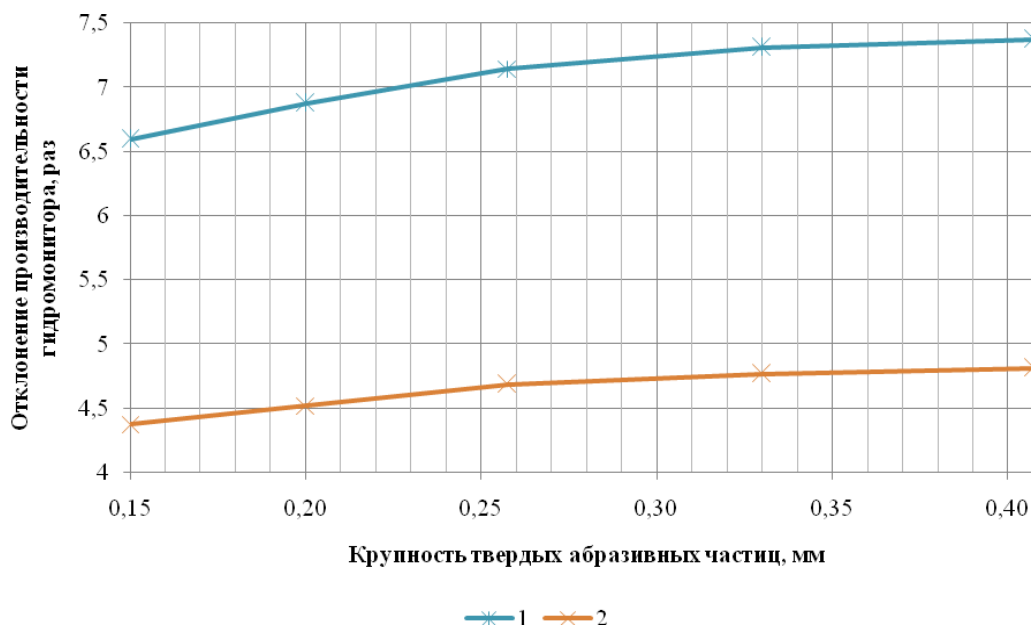


Рис. 1. Отклонение производительности гидромонитора в зависимости от крупности эжектируемых твердых абразивных частиц и диаметра насадки (d_n): 1 – 50 мм, 2 – 70 мм (за 100 % принята производительность гидромонитора при использовании напорной воды без добавления твердых абразивных частиц)

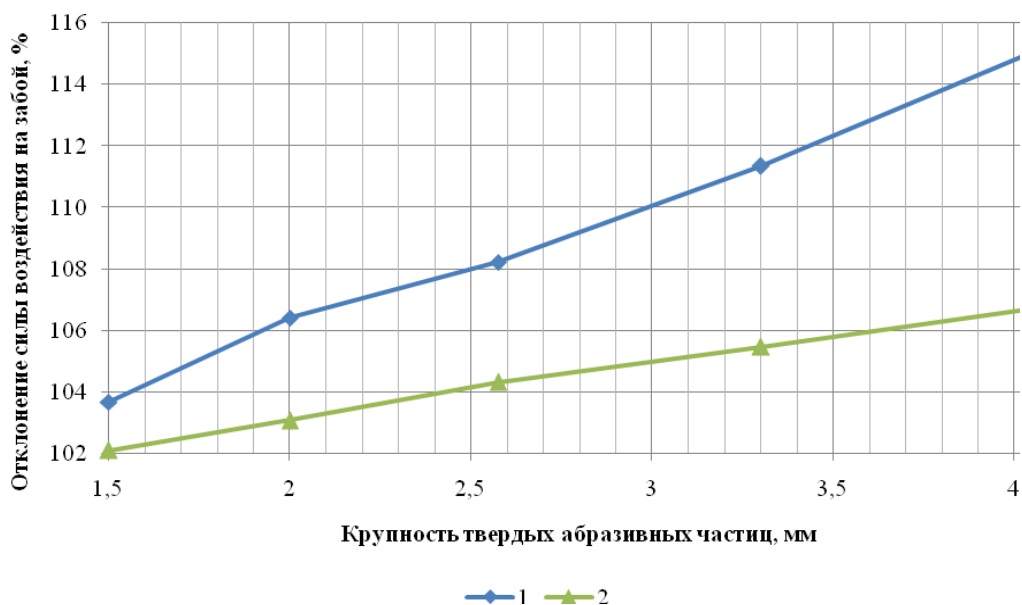


Рис. 2. Отклонение силы воздействия напору струи гидромонитора на забой (P , %) в зависимости от крупности эжектируемых твердых абразивных частиц и диаметра насадки (d_n): 1 – 50 мм, 2 – 70 мм (за 100 % принята производительность гидромонитора при использовании напорной воды без добавления твердых абразивных частиц)

В целом наличие твердых абразивных частиц в напорной воде позволяет нарушить монолитность глинистого массива и повысить эффективность работы напорной водяной струи.

Вывод: по результатам проведенных экспериментов выявлено, что применение двухфазной гидромониторной струи с эжектированными твердыми абразивными частицами в условиях россыпных месторождений, залегающих в глинистых вмещающих породах, позволяет увеличить производительность отбойки от 4,8 до 7,4 раза. Полученный эффект достигается посредством абразивного воздействия на массив забоя, а также тем, что твердые абразивные частицы, внедряясь в глинистый массив, создают точки концентрации напряжений, нарушают монолитность глинистого забоя и способствуют более интенсивному проникновению водного потока вглубь плотного массива глины.

Список литературы

1. Хныкин В. Ф. Разрушение горных пород гидромониторными струями на открытых разработках. М. : Наука, 1969. 150 с.
2. Савченко Н. В., Яхно О. М., Шкарабура Н. Г. Влияние параметров струеформирующих устройств на компактность струи // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. 2006. № 3. С. 232–244.
3. Мизурев В. Ю. Теоретический анализ средств водоснабжения высоконапорных самоходных гидромониторов // Записки Горного института. 2003. Т. 155. Часть 2. С. 113–115.
4. Патент РФ 2508189. МПК В26F 3/00, В23D 31/00. Установка гидроабразивной резки / Ю. П. Астахов, А. Н. Королев, М. Б. Жихарев, С. М. Волков / Оубл. 27.02.2014, Бюл. № 6.
5. Патент РФ 2466008 МПК В24С 5/04. Способ формирования струи жидкости для резания материалов и устройство для его реализации / В. В. Шпилев, М. К. Решетников, С. И. Капульник, Н. Н. Берета, А. С. Кутин / Оубл. 10.11.2012. Бюл. № 31.
6. Сазонов Д. Ю. Определение рациональных диапазонов изменения режимов гидроабразивного резания материалов // Известия ТулГУ. 2010. № 2-2. С. 16–23.
7. Мерзляков В. Г., Кузьмин И. А., Иванушкин И. В. Гидромеханическое разрушение горных пород // ГИФБ. 1999. № 1. С. 137–140.
8. Жабин А. Б., Поляков А. В., Сарычев В. И., Хачатурян В. Г. Разрушение горючих сланцев высокоскоростными струями воды // Горное оборудование и электромеханика. 2017. № 7. С. 9–13.
9. Малухин Н. Г., Дробаденко Н. Г., Клочков Н. Н., Тимошенко С. В. Повышение эффективности работы гидромонитора ГМД-350 при добыче янтаросодержащих глин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 12. С. 236–241.
10. Пат. 169574 РФ на полезную модель. Стенд для исследования интенсивности гидромониторной отбойки / В. Е. Кисляков, Н. А. Шкаруба, М. В. Калмаков и др. // Бюл. 2017. № 9.

Мир металлургии

ДИНАМИКА ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ КУРСОВ ПО МАТЕМАТИКЕ В ГРУППАХ ГГ16, 17, 18РТ

К.А. Гостева, Е.С. Макарова*

Научный руководитель Т.П. Мансурова
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При выборе темы работы на конференцию «Перспектив Свободный – 2019» мы изучили статью Д. И. Касинцева, в которой исследована эффективность адаптационных курсов по математике в группе ГГ16-01РТ. Данное исследование заинтересовало нас, так как мы сами прошли такие курсы и осознали их пользу для изучения высшей математики. Мы решили проверить сохраняются или нет выявленные закономерности в [1].

Все мы знаем, что человек, поступающий в высшее учебное заведение, должен обладать необходимым уровнем знаний для дальнейшего обучения. К сожалению, не все абитуриенты получают необходимый багаж знаний в школах. Причинами могут быть перераспределение часов и целенаправленное смещение акцентов на подготовку к ЕГЭ, неумение организовывать образовательную среду в контексте эффективности самостоятельной работы, отсутствие мотивации к получению знаний и их реализации в учебном процессе. Однако истинным показателем качества обучения в математике является умение выполнить и продемонстрировать полный цикл решения математической задачи. Зачастую вместо обучения высшей математике преподаватель вуза вынужден начинать занятие с первокурсниками с арифметики и элементарных математических понятий [2–8].

Чтобы сформировать четкие понятия в системе базовых знаний по математике у первокурсников, в вузах внедряют адаптационные курсы, которые существенно повышают качество образования [1, 2, 8].

Цель данного исследования – изучение влияния адаптационных курсов по математике на результаты первой сессии ГГ16, 17, 18РТ ИГДГиГ СФУ.

Эффективность оценивалась по следующим показателям: балл ЕГЭ, балл входного и выходного тестирования, результат экзамена первого семестра [5].

Из данных табл. 1 можно сделать вывод, что уровень подготовленности поступающих ($ЕГЭ > 51$) на горно-геологические специальности возрастает с 2016 г.

Далее был проведен корреляционный анализ. Корреляционный анализ показал:

1) установлены достоверные связи: ЕГЭ – выходной тест (ГГ16 – 0,71; ГГ17 – 0,47; ГГ18 – 0,57);

2) выходной тест – сессионный экзамен (0,47–0,64).

* © Гостева К.А., Макарова Е.С., 2019

Таблица 1

Группировка студентов по результатам ЕГЭ

Баллы ЕГЭ		0–27	28–50	51–70	71–100
Количество студентов	ГГ16	–	8 (57 %)	5 (36 %)	1 (7 %)
	ГГ17	–	12 (52 %)	11 (48 %)	–
	ГГ18	–	2 (13 %)	12 (80 %)	1 (7 %)

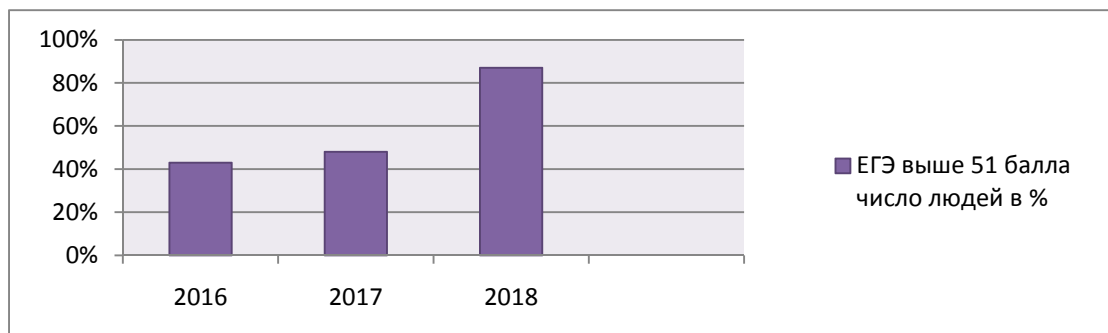


Рис. 1. Динамика результатов ЕГЭ

Сравнение ранжированных результатов входного и выходного тестов (табл. 2) показало наличие сдвига в сторону увеличения баллов на выходном тестировании. Более наглядно это тенденция представлена на рис. 2.

Наличие связи «ЕГЭ – выходной тест» «выходной тест – сессионный экзамен», при отсутствии «ЕГЭ – входной», по нашему мнению, характеризует, что адаптационные курсы по школьной математике способствует устранению дисбаланса между практически несформированными у первокурсника математическими понятиями школьного курса математики и требованиями, необходимыми для обучения высшей математике.

Таким образом, проведенное нами исследование достойно обсуждения, а полученные результаты говорят об эффективности адаптационных курсов по математике.

Таблица 2

Группировка студентов по результатам входного и выходного тестов

Баллы ЕГЭ		0–27	28–50	51–70	71–100
ГГ16-01РТ	Входной	3 (22 %)	9 (64%)	2 (14 %)	–
	Выходной	–	6 (42%)	4 (29 %)	4 (29 %)
ГГ17-01РТ	Входной	3 (13 %)	11(48%)	8 (35 %)	1 (4 %)
	Выходной	–	–	4 (17 %)	19 (83 %)
ГГ18-01РТ	Входной	2 (13 %)	6 (40 %)	6 (40 %)	1 (7 %)
	Выходной	–	1 (7 %)	5 (33 %)	9 (60 %)

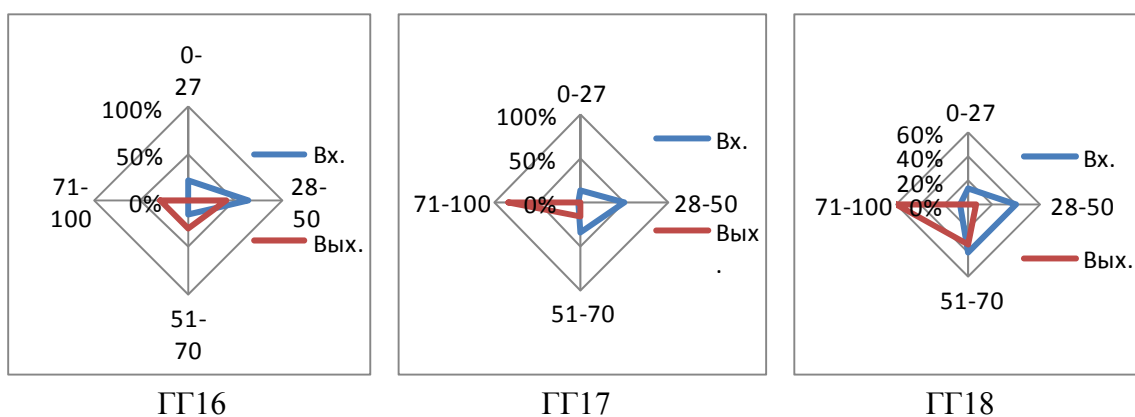


Рис. 2. Итоги входного/выходного тестирования по группам.

Список литературы

1. Касинцев Д. И. Адаптационные курсы по математике глазами студентов // Проспект Свободный – 2018 [Электронный ресурс] : материалы Международной студенческой конференции, Красноярск, 23–27 апреля 2018 г. / отв. ред. Н. А. Бахова. – Электрон. текстовые дан. (pdf, 31,3 Мб). – Красноярск : СФУ, 2018. – С. 1060–1062.
2. Гомонова О. В., Новоселов О. В., Яковлев Е. И. Повышение качества математической подготовки студентов с помощью обучающего компьютерного комплекса // Проблемы управления в социальных системах. 2014. № 7 (11). С. 139–143.
3. Костенко И. П. Динамика качества математического образования. Причины деградации (статья первая) // Журнал фонда математического образования и просвещения. 2011. № 2 (58). С. 2–13.
4. Михальченко С. Г. Проблемы математической подготовки студентов технических вузов на примере направления «Электроника и наноэлектроника» // Вестник ТГПУ. 2014. № 3 (144). С. 91–96.
5. Рапоцевич Е. А., Колыман Е. Н. Об уровне качества математических знаний современных абитуриентов. // Образование и наука. 2014. № 9 (118). С. 21–33.
6. Смирнова Е. В. О контроле обучения математике студентов технического вуза в рамках адаптивной системы обучения // Журнал Философия образования. 2009. № 3. С. 154–156.
7. Табинова О. А., Шашкина М. Б. Об уровне математической подготовки первокурсников Института математики, физики и информатики Красноярского государственного педагогического университета им. В. П. Астафьева // Новые образовательные программы МГУ и школьное образование : материалы второй научно-методической конференции, Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова, 17 ноября 2012 г. М., 2012. С. 51–53.
8. Юшкова Е. Ю., Лукичева С. В. Анализ эффективности адаптационных курсов дисциплин в контексте повышения качества образования // Перспективы науки. 2015. № 6(69). С. 28–34.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА ИЗ КРАСНЫХ ШЛАМОВ**И.Н. Дисс, П.Д. Зинатуллин, Н.Н. Самошкин,
В.А. Сапега, И.А. Кустиков***

Научный руководитель И.В. Дубова
кандидат технических наук, доцент
Научный руководитель Н.В. Васюнина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день красные шламы – отходы алюминиевой промышленности – представляют собой не утилизируемые отходы, образующиеся после переработки бокситов, занимающие огромные пространства земли, в то же время в красном шламе содержится большое количество ценных компонентов [1].

Красный шлак представляет собой продукт с повышенным содержанием оксида железа (до 45 %) и ряда других ценных компонентов, что заставляет исследователей искать способы его утилизации [2]. Очень широко рассматриваются предложения, относящиеся к кислотной и щелочной обработке красного шлама с целью извлечения из него полезных компонентов.

Обобщенный процентный состав красных шламов: SiO₂ 3–50 %, Fe₂O₃ 5–70 %, Al₂O₃ 5–30 %, CaO 2–25 %, Na₂O 0,9–10 %, TiO₂ 0,3–15 %, H₂O 6–10 % и прочее 0,5 %.

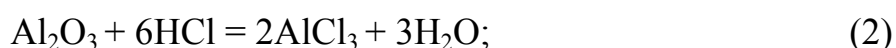
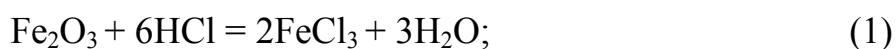
Основной целью данной работы было извлечение оксида железа из красных шламов. Способ переработки красного шлама глиноземного производства включал его выщелачивание, то есть перевод твердого материала в раствор путем добавления серной или соляной кислоты.

Предварительно определены гигроскопическая влажность по ГОСТ 8719–90 (23,8 %) и потери при прокаливании по ГОСТ 27800–93 (0,34 %).

Количественное определение содержания оксида железа Fe₂O₃ в фильтрате после выщелачивания, проводимого комплексно-метрическим методом, проведено по ГОСТ 2642.5–97, сущность которого заключается в окислении ионов Fe²⁺ азотной кислотой до Fe³⁺ и титровании ионов Fe³⁺ раствором трилона Б в присутствии индикатора сульфосалициловой кислоты.

Растворение красных шламов в кислотах можно описать реакциями (1)–(9).

Расчет термодинамических и кинетических параметров проведен с использованием программы HCS 5.1.



* © Дисс И.Н., Зинатуллин П.Д., Самошкин Н.Н., Сапега В.А., Кустиков И.А., 2019

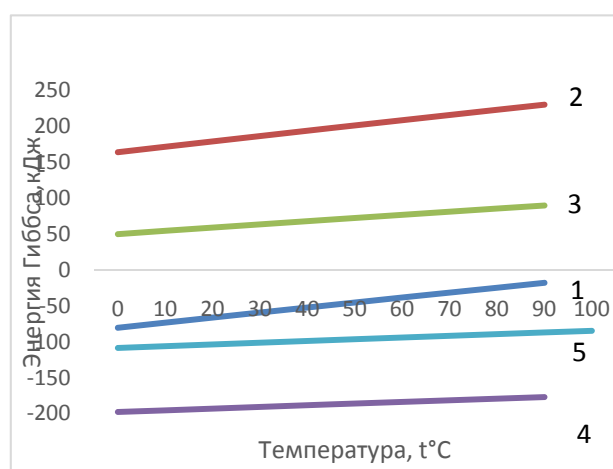
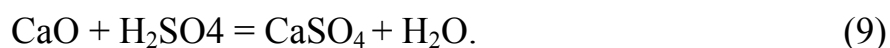
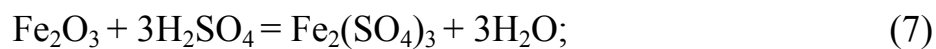
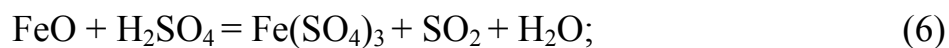
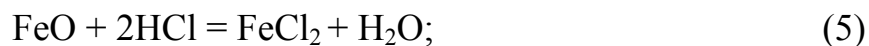
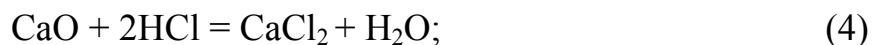
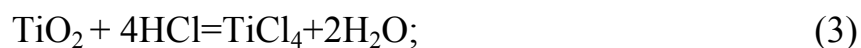


Рис. 1. Зависимость энергии Гиббса от температуры для растворения красных шламов соляной кислотой

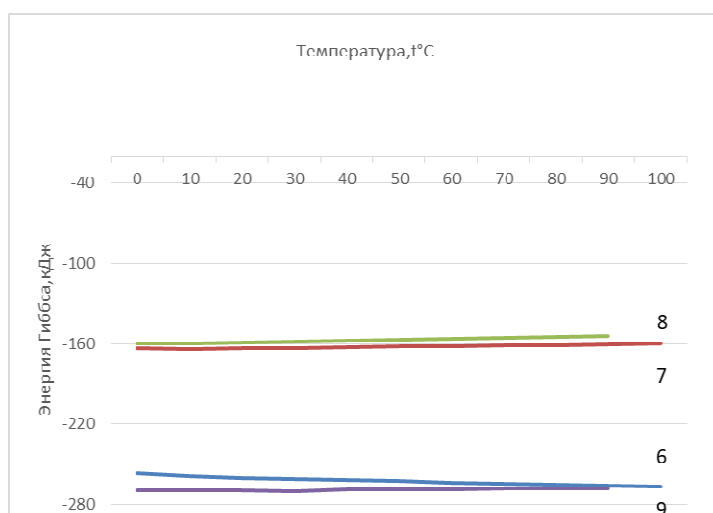


Рис. 2. Зависимость энергии Гиббса от температуры для растворения красных шламов серной кислотой

Исходя из графиков (рис. 1, 2) видно, что реакции (1), (5), (4), (6)–(8) идут самопроизвольно во всем интервале температур, реакции (2) и (3) имеют положительное значение энергии Гиббса.

На основании проделанной работы можно сделать вывод о том, что извлечение железа методом выщелачивания не дает высокий процент получения его получения, точнее не более 25 %, а для полного извлечения необходимо применять метод пирометаллургии – спекание.

Список литературы

1. Reddy M. S., Neeraja D. Aluminum residue waste for possible utilisation as a material: a review // *Sādhanā*. 2018. Т. 43. № . 8. С. 124.

2. Сватова Е. Ю., Земляной К. Г., Доронин А. В. Гидрометаллургическая переработка красных шламов // *Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии*. Екатеринбург, 2015. С. 326–328.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ОКСИДА ТИТАНА ИЗ ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.А. Лядовская, О.В. Кокова*

Научный руководитель И. В. Дубова
кандидат технических наук, доцент
Научный руководитель Н. В. Васюнина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Красные шламы представляют собой потенциально ценные твердые отходы, полученные в процессе извлечения глинозема. Их запасы составляют более 2,7 млрд тонн по всему миру. Принимая во внимание истощение сырьевых ресурсов и актуальность проблемы утилизации отходов, извлечение ценных элементов из красного шлама, в том числе оксида титана, является важным направлением в решении проблем, связанных с этими твердыми отходами. Критериями выбора технологии переработки являются экологические, энергетические и экономические преимущества.

В зависимости от химического состава боксита и технологии его переработки красные шламы содержат: 40–55 % Fe_2O_3 , 12–18 % Al_2O_3 , 5–10 % CaO , 4–6 % TiO_2 ; 2–4 % Na_2O и другие ценные элементы, такие как ванадий, скандий, лантан. Для утилизации этих промышленных отходов и минимизации их воздействия на окружающую среду необходимо извлечение ценных компонентов. Существующие и перспективные способы использования и переработки красных шламов проанализированы в работах [1–3]. Тем не менее лишь немногие существующие разработки внедрены в промышленном масштабе, поэтому проблема остается актуальной.

Таблица 1

Потенциальное использование красных шламов [1]

Потенциальное использование	Газоочистные реагенты	Удобрения	Сталеплавильная и шлаковые добавки	Строительные материалы	Очистка сточных вод	Керамика, пластик, покрытие	Катализаторы, адсорбенты	Производство металлов	Прочее
Распределение патентов, %	4	4	7	33	12	12	13	11	4

В красном шламе могут быть найдены: гипс, бемит, диаспор, гематит, алюмогетит, магнетит, каолинит, кварц, гидроалюмосиликат натрия (содалит,

* © Лядовская А.А., Кокова О.В., 2019

канкринит и др.), анатаз, рутил, карбонат кальция, титанат кальция, алюмокальциевый силикат и другие соединения. Химический и рентгеноструктурный анализы шламов показывают повышенное содержание в них титана (до 10 %). Установлено, что данным минералом титана является рутил.

В настоящий момент в отечественной промышленной практике комплексной переработки глиноземсодержащего сырья все еще отсутствуют примеры извлечения попутных металлов, за исключением ванадия, алюминия и галлия. Другие металлы переходят в отвальные продукты – в хвосты обогащения, шлаки, шламы, пыли или теряются там с основными продуктами. Актуальным и очень важным для народного хозяйства является вопрос выделения из красного шлама, до его металлургической переработки на железо как редкоземельных элементов, так и минералов титана.

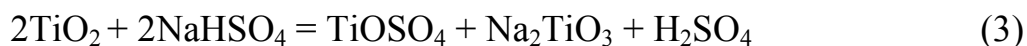
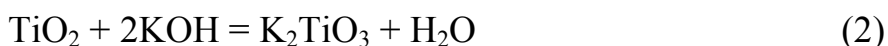
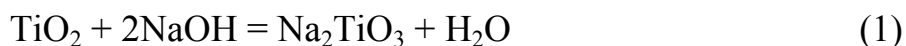
В современной России переработка руд титана практически отсутствует, поэтому появление реального источника получения титанового концентрата в совокупности с предлагаемой технологией комплексной переработки красных шламов является весьма актуальным решением.

Титан в красных шламах в основном присутствует в виде диоксида титана (TiO_2). Он является популярным фотокатализатором, а также применяется в производстве белых пигментов. Концентрация анатаза или рутила (диоксид титана, оксид титан(IV)) в красных шламах колеблется от 2,5 до 22,6 масс. %.

В настоящей работе извлечение оксида титана проводилось выщелачиванием красных шламов в кислотах и щелочах.

Титанаты щелочных металлов растворяются в кислотах, поэтому сначала определили список реагентов, позволяющих получить растворимые соединения титана. Значения изменения энергии Гиббса и энтальпий реакции взаимодействия оксида титана (5) с выбранными реагентами показали, что химические взаимодействия TiO_2 со щелочами, гидросульфатом и сульфатом аммония термодинамически возможно даже при стандартных условиях. Экзотермический эффект этих реакций означает, что применение данных реагентов энергетически более целесообразно по сравнению с реакцией с карбонатом натрия.

При этом развиваются следующие химические реакции:



В исследованиях по выщелачиванию в качестве растворителей использовали дистиллированную воду (ГОСТ 6709–72), соляную (ГОСТ 3118–7), серную (ГОСТ 4204–77), щавелевую кислоты (ГОСТ 22180–76).

Исследования по выщелачиванию проводились с использованием перемешивающего устройства типа MR Hei-Standard (Heidolph), предназначенного

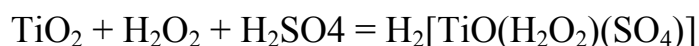
для перемешивания и подогрева жидкостей до определенной заданной температуры.

Фильтрация полученного осадка осуществлялась по стандартной методике с применением стеклянной колбы Бунзена и воронки на вакуумном насосе. После фильтрации и промывки твердой фазы осадок помещали в сушильный шкаф для сушки образца. В дальнейшем полученные продукты подвергались различным физико-химическим и химическим методам анализа. Выщелачивание проводили в термостойких колбах общим объемом 300 мл, выполненных из термостойкого стекла для работы с высокими температурами, установленных на магнитных мешалках с нагревом и регулятором температуры от 25 до 120 °С и скорости вращения магнита в диапазоне от 50 до 700 об/мин.

Навеска красных шламов (предварительно просушенных до постоянной массы и растертых в ступке) во всех опытах составила 5 г, объем раствора 100 мл.

Исследование проводилось при варьировании трех параметров отдельно для соляной и серной кислот: температура процесса; концентрация кислоты; продолжительность выщелачивания. Время выщелачивания выбирали 30, 60, 90 мин. Температура процесса – от 25 до 90 °С. Концентрации кислот – 2N – 6N.

После выщелачивания растворы отфильтровали и провели качественные реакции на обнаружение ионов титана (IV): к нескольким каплям исследуемого раствора добавляли капли перекиси водорода, при наличии Ti^{IV} появлялось оранжево-желтое окрашивание, вызываемое образованием $H_2[TiO(H_2O_2)(SO_4)]$.



Определение оксида титана выполнялось согласно ГОСТ 14657.5–96 (ИСО 6995-85). Настоящий стандарт распространяется на боксит и устанавливает методы определения диоксида титана при массовой доле диоксида титана от 0,5 до 5%: фотометрический с пероксидом водорода. Метод основан на образовании окрашенного в желтый цвет комплексного соединения титана с пероксидом водорода. Влияние железа устраняют добавлением фосфорной кислоты.

Методы количественного анализа основаны на законе Бугера – Ламберта – Бера. Для определения зависимости оптической плотности от концентрации вещества использовали метод градуировочного графика. По оптической плотности испытуемого раствора с учетом контрольного опыта определяют массу диоксида титана по градуировочному графику.

В результате проделанной работы можно сказать, что извлечение полезных компонентов из красных шламов остается одной из важных экологических проблем на протяжении долгого времени. В статье были рассмотрены разные способы извлечения ценных компонентов. Выщелачивание оксида титана шести молярным раствором соляной кислоты в течение 150 минут при температуре 75 °С показало наибольший процент извлечения диоксида титана из красного шлама.

Результаты по выщелачиванию оксида титана из красных шламов

Исходный материал	Масса навески материала, г	Растворитель	Концентрация	Время, мин	Температура, °С	TiO ₂ , масс. %	% извлечения и КШ
Красный шлам	10	HCl	6М	150	75	2,00	33
Красный шлам		HCl	9М	90	75	1,20	20
Красный шлам		HCl	6М	60	80	1,10	18
Красный шлам		H ₂ SO ₄	80г/л	90	80	0,99	16,5
Красный шлам		H ₂ SO ₄	100г/л	90	80	1,55	26
Красный шлам		H ₂ SO ₄	60г/л	90	80	1,19	20

Список литературы

1. Sutar H. et al. Progress of red mud utilization: an overview. 2014. P. 256–279
2. Kasliwal P., Sai P. S. T. Enrichment of titanium dioxide in red mud: a kinetic study // Hydrometallurgy. 1999. Vol. 53. №. 1. P. 73–87.
3. Ghosh I. et al. Leaching of metals from fresh and sintered red mud // Journal of hazardous materials. 2011. Vol. 185. №. 2-3. P. 662–668.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О НАИЛУЧШЕМ ПОКРЫТИИ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

Д.В. Рулёва*

Научный руководитель А.Ю. Семушева
кандидат физико-математических наук

Сибирский федеральный университет

Металлы широко используются в народном хозяйстве. Они прочны, хорошо проводят тепло, электрический ток, обладают особым металлическим блеском. Из металлов делают не только машины и станки, но разнообразные строительные конструкции: крыши, заборы, сварочные посты и т. д. Прямоугольная форма размерами $x \times y$ кроется металлическими листами ширины 1. Листы кладутся полосами от одного края крыши до другого встык без нахлеста и зазора. Если крайняя полоса не помещается, то лишняя часть отрезается. Полосы можно класть вдоль стороны любой длины. Целью работы является исследование самого выгодного способа покрытия прямоугольной формы. Лучшим считается тот способ, у которого минимальная суммарная длина стыков между металлическими листами. Каждой такой форме поставим в соответствие точку плоскости с координатами $(x; y)$. Обозначим через $D(n)$ площадь множества таких точек $M(x; y)$, крыть лучше вдоль длинного края крыши, то есть вдоль края формы длины x , если $x > y$ или вдоль края формы y , если $x < y$.

Для решения поставленной задачи вычислим площадь множества $D(n)$.

Введем обозначения: x -множество – множество точек $(x; y)$, координаты которых таковы, что крыть форму выгоднее вдоль края длины x ; y -множество – множество точек, координаты $(x; y)$ которых таковы, что крыть форму выгоднее вдоль края y ; нуль-множество – множество таких точек $M(x; y)$, что общая длина стыков при отделке вдоль края x равна длине стыков при отделке вдоль длины края y . Очевидно, что для положительных чисел x и y суммарная длина стыков при отделке вдоль края длины x равна $x \times j$, где j – наибольшее целое число, строго меньше y . При отделке вдоль края длины y суммарная длина стыков равна $y \times i$, где i – наибольшее целое число, строго меньшее x .

Первую координатную четверть разобьем на квадраты со стороной 1, все вершины которых имеют целочисленные координаты. Назовем эти квадраты базовыми. Координатами базового квадрата будем считать координаты $(i; j)$ его левого нижнего угла (рис. 1).

Возьмем произвольные положительные значения x и y . Для них найдутся целые числа i и j такие, что $i < x \leq i + 1$ и $j < y \leq j + 1$. Иными словами, $x = i + a$,

$$y = j + b, \text{ где } \begin{cases} 0 < a \leq 1 \\ 0 < b \leq 1 \end{cases}$$

* © Рулёва Д.В., 2019

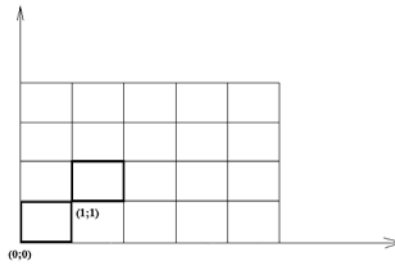


Рис. 1

Тогда способы раскладки равносильны, если $x \times j = y \times i$, то есть $(i + a) \times j = (j + b) \times i$. Следовательно, нуль-множество определяется равенством $a \times j = i \times b$.

В частности, базовый квадрат с координатами (1;1) принадлежит нуль-множеству. Если хотя бы одна координата базового квадрата отлична от нуля, то нуль-множество пересекается с этим квадратом по отрезку, поэтому площадь такого пересечения – нулевая.

В базовом квадрате с координатами $(i; j)$ точка $M(i + a; j + b)$ принадлежит x -множеству тогда и только тогда, когда $(i + a) \times j < i \times (j + b)$, то есть $a \times j < i \times b$. Поэтому в базовом квадрате с координатами $(i; j)$, где $1 \leq j$, площадь x -множества равна (рис. 2):

$$\begin{cases} 0 \text{ при } 0 = i \leq j \\ \frac{1}{2} \times \frac{i}{j} \text{ при } 0 < i \leq j \end{cases}$$

Поэтому пересечение x -множества с множеством, определяемым неравенством $0 \leq x < y \leq n$, имеет площадь

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=1}^j \frac{1}{2} \times \frac{i}{j} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{j} \times \frac{j(j+1)}{2} = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^{n-1} (j + 1) = \frac{1}{4} \times \frac{(n-1)(n+2)}{2}.$$

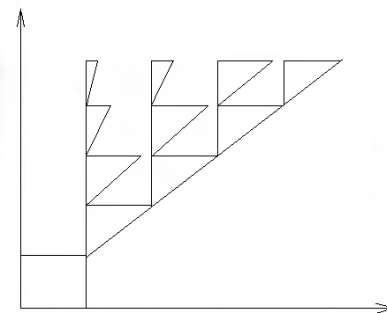


Рис. 2

Площадь прямоугольной формы, когда короткой стороной является сторона длины y , такая же. Значит

$$D(n) = 2S = \frac{(n-1)(n+2)}{4}.$$

Если же вычислить предел

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{D(n)}{n^2} \right) = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{(n-1)(n+2)}{4n^2} \right) = \frac{1}{4},$$

то его можно трактовать как вероятность того, что форму со случайно выбранными размерами выгоднее крыть вдоль длинного края.

Список литературы

1. Ким Г. Д., Крицков Л. В. Алгебра и аналитическая геометрия: Теоремы и задачи. Т. II, ч. 2. 2000.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРОВ ГЕЛЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ

П.А. Стрекалов, А.В. Тулаев*

Научный руководитель Е.Д. Кравцова
кандидат технических наук

Научный руководитель Н.М. Вострикова
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Гели – дисперсные системы с жидкой дисперсионной средой, в которых частицы дисперсной фазы образуют пространственную структурную сетку. Представляют собой твердообразные («студенистые») тела, способные сохранять форму, обладающие упругостью (эластичностью) и пластичностью. Типичные гели имеют коагуляционную структуру, то есть частицы дисперсной фазы соединены в местах контакта силами межмолекулярного взаимодействия непосредственно или через тонкую прослойку дисперсионной среды. Для них характерна тиксотропия, то есть способность в изотермических условиях самопроизвольно восстанавливать свою структуру после механического разрушения. Такие гели образуются, например, при коагуляции зелей (коагели), понижении температуры или концентрировании мицеллярных растворов мыл, выделении новой дисперсной фазы из пересыщенных растворов (лиогели). Гели могут возникать в виде рыхлых осадков либо образуют структурную сетку во всем объеме первоначально жидкой системы без нарушения ее макрооднородности. Гели с водной дисперсионной средой называются гидрогелями, с углеводородной – органогелями.

В настоящее время идёт активное внедрение гелевых полимеров (российских – Ареспол, мАРС; бельгийских – Ultrez 10; немецких – Carbopol 940, Carbopol 941, Carbopol 2020 и Carbopol 2001) с целью внедрения в фармацевтическую практику множества мягких лекарственных форм на гелевой основе.

Объектом нашего исследования явился аналог немецких гелевых полимеров – Carbopol 940 и Carbopol 941. Гелеобразователь, аналог Карбопола отечественной разработки, относится к классу редкосшитых акриловых полимеров, условное название Z3, и предлагается к использованию в технологии лекарственных форм, содержащих наночастицы металлов, в том числе наночастицы серебра.

В сухом виде макромолекулы кросс-сополимера содержат нейтральные СООН-группы и представляют собой свернутую беспорядочным образом пространственную сетку. Взаимодействие с водой приводит к гидратации молекулы, сетка растягивается и увеличивается в размерах (рН = 3–4). Сетка занимает максимальный объем, связывая и загущая водные растворы, позволяет создать привлекательный прозрачный продукт, сохранить прозрачность гелей.

* © Стрекалов П.А., Тулаев А.В., 2019

Гелеобразование (желатинирование, застудневание) возможно при содержании дисперсной фазы в системе в количестве всего лишь нескольких процентов, иногда – долей процентов.

Гель получали путем суспендирования в воде порошка полимера (являющегося по химической структуре кислотой) и добавлением очень небольшого количества (по сравнению с объёмом воды) нейтрализующего агента в виде разбавленного раствора NaOH. При перемешивании массы смесь загустевает с образованием вязкого геля. Вязкость измеряли на вискозиметре ВПЖ, рассчитывая время истечения относительно использованных миллилитров раствора. Затем вязкость переводили с помощью специальных таблиц в сантипуазы.

Высокую вязкость можно получить при заданном рН путём увеличения концентрации CarborolTM в системе. Это особенно эффективно, если имеются заданные реологические свойства готового препарата, у которого рН меньше 5 или больше 9.

Большую роль в модификации реологии в водных системах играет регулирование рН. Загущение полимера происходит после его нейтрализации основанием. Важно иметь в виду, что максимальная вязкость достигается при нейтральной среде рН 6–7. В качестве основания могут выступать органические, неорганические, аминокислоты и т. д. Выбор основания зависит от растворителя, который используется в рецептуре, и заданных конечных характеристик готового препарата.

Достоинства карбопола:

- высокая вязкость гелей при низких концентрациях полимера;
- термическая и микробиологическая устойчивость;
- стабильность и химическая стойкость при хранении;
- совместимость со многими активными веществами;
- возможность получения гелей с широким диапазоном рН от 4 до 10;
- легкость контроля вязкостных свойств получаемых гелей;
- способность стабилизировать эмульсии;
- гипоаллергенность;
- легкость нанесения и удаления с поверхности кожи;
- высокая абсорбция активных и лекарственных веществ.

Рекомендации по применению: процент ввода 0,1–1,5. Развести водой, перемешать, подождать 1–2 ч до разбухания комочков, еще раз хорошо перемешать, нейтрализовать щелочью. Гель останется густым при уровне рН от 5,5 до 8. Если вы добавите щелочных или кислых ингредиентов, уровень рН изменится, гель может превратиться в воду.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОХЛАЖДЕНИЯ БЛЮМСА**В.В. Толстикова***

Научный руководитель С.В. Смолин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Вычислительный эксперимент (ВЭ) является одной из важнейших форм внедрения вычислительной техники в проектирование технологических процессов. Он используется как во время предварительного анализа технологического процесса, так и в ходе синтеза технологических процессов – для проверки и сравнения проектных решений.

Исследование устройств и процессов на основе математического моделирования и проведения вычислительного эксперимента становится в настоящее время одним из методов научно-исследовательских работ и даже опытно-конструкторских разработок. Необходимость использования вычислительного эксперимента как метода исследования вызвана тем, что решение современных научно-технических задач, отличающихся чрезвычайно сложным математическим описанием, традиционными методами становится затруднительным, а в некоторых случаях вообще невозможным.

Математическое моделирование и вычислительный эксперимент как методы исследования находят широкое применение в самых разных областях, в том числе при моделировании теплофизических процессов и объектов в металлургии. Разнообразие областей применения вычислительного эксперимента определяется тем, что в любой области в вопросах проектирования или управления необходима информация об исследуемом объекте или процессе, на основе которой можно решать задачи по проектированию или управлению ими [1].

В работе исследуется охлаждение бруса квадратного сечения (блюмса) размерами $2\delta \cdot 2\delta$ симметричного относительно осей координат, выбранных в центре бруса. Поэтому для расчета рассматривается четверть сечения бруса $\delta \cdot \delta$ с охлаждаемой поверхностью и адиабатными осями симметрии.

Математическая формулировка краевой задачи нестационарной теплопроводности в этом случае имеет вид [2]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right); \quad (1)$$

$$T(x, y, 0) = T_0, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial T}{\partial y} \right|_{y=0} = 0; \quad (2)$$

* © Толстикова В.В., 2019

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \Big|_{x=\delta} = -\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \Big|_{y=\delta} = \alpha(T - T_c), \quad (3)$$

где T – температура поверхности; t – время; x и y – пространственные координаты; α – коэффициент температуропроводности; λ – коэффициент теплопроводности; a – коэффициент теплоотдачи; T_c – температура окружающей среды; T_0 – начальная температура поверхности.

Для расчета используются следующие исходные данные [2]: полутолщина блюмса $\delta = 10$ см; температура окружающей среды $T_c = 0$ °С = 273 К, теплофизические свойства стали: коэффициент теплопроводности $\lambda = 50$ Вт/(м К), коэффициент температуропроводности $\alpha = 1,4 \cdot 10^{-5}$ м²/с, коэффициент теплоотдачи $\alpha = 340$ Вт/(м²К) и начальная температура поверхности $T_0 = 780$ °С = 1053 К.

Уравнение (1) с начальными и граничными условиями (2), (3) решается численно методом конечных элементов, используя пакет расширения MATLABa ToolBox PDE для численного решения двумерных дифференциальных уравнений с частными производными [3].

На рис. 1 представлено распределение температуры с помощью шкалы цветов на поверхности четверти сечения блюмса через 20 минут после начала охлаждения, а на рис. 2 – после 80 минут. На рис. 2 также представлены изолинии температуры и вектора потоков тепла, которые естественно направлены от более горячих участков к более холодным участкам.

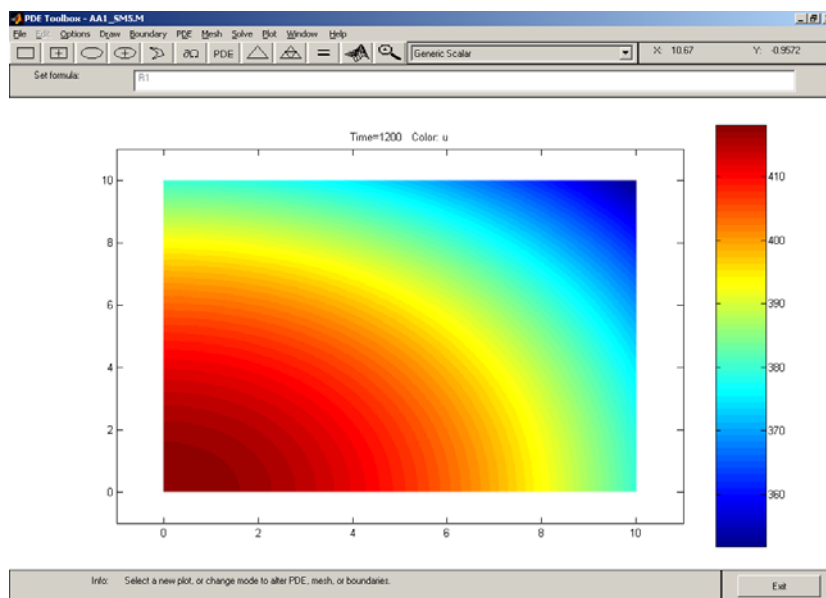


Рис. 1. Распределение температуры для $t = 20$ минут и диапазона от 352 К до 418 К

Аналитическое решение задач нестационарной теплопроводности часто бывает затруднительным или вообще невозможным, поэтому в практике расчета времени охлаждения тел применяют приближенный инженерный метод (метод регулярного теплового режима), в соответствии с которым пренебрегают

внутренним тепловым сопротивлением тела по сравнению с внешним. Этот приближенный метод эффективен при расчетах охлаждения металлических листовых материалов, но имеет ограничения. Поэтому на практике метод используется уже при числе Био $Bi < 0,1$.

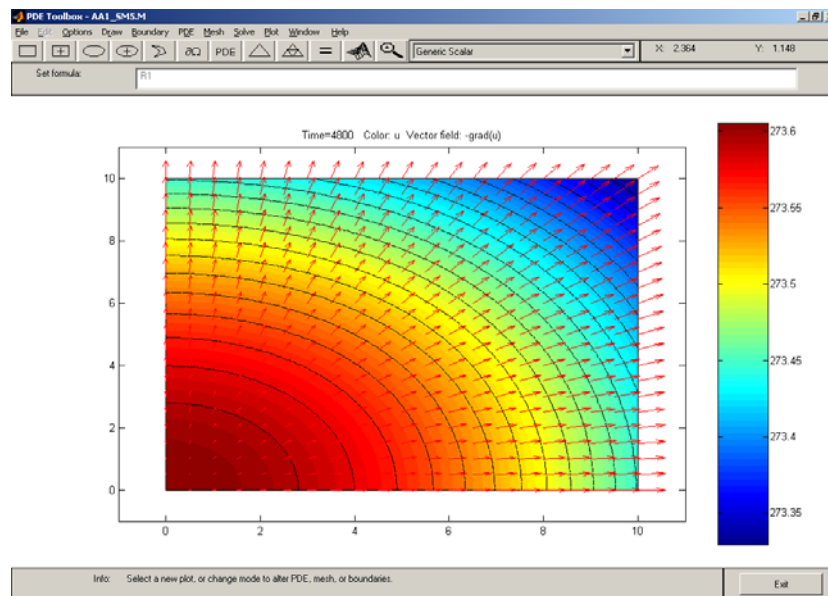


Рис. 2. Распределение температуры и потоки тепла для $t = 80$ мин и диапазона от 273,3 К до 273,6 К

Приближенное аналитическое решение задачи (1)–(3) принимает вид [2]:

$$T - T_c = (T_0 - T_c) \exp(-Bi \cdot Fo), \quad (4)$$

где $T - T_c$ – избыточная температура; безразмерное число Био $Bi = \alpha \cdot \delta / \lambda$, безразмерное число Фурье $Fo = a \cdot t / \delta^2$, то есть в соответствии с методом регулярного теплового режима «усредненная» (в (4) нет зависимости от пространственных координат x и y) избыточная температура поверхности тела убывает по экспоненциальному закону.

Для задачи (1) – (3) по исходным данным число Био $Bi = 0,68$. Поэтому на рис. 3 представлены для сравнения приближенное аналитическое решение (4) (синяя сплошная линия) и красными квадратиками – результаты численного решения (ВЭ) задачи (1) – (3).

Из рис. 3 видно, что в некоторых местах имеется существенное рассогласование, так как число Био примерно в 7 раз превосходит критерий использования (4) на практике. Например, чтобы охладить блюмс примерно до температуры окружающей среды $T_c = 0 \text{ } ^\circ\text{C} = 273 \text{ К}$ прогнозируется по (4) время примерно 100 мин, а по численному (точному) решению задачи (1)–(3) (см. рис. 2) всего лишь необходимо 80 минут. Полученная разница в 20 минут может быть существенной для технологического процесса.

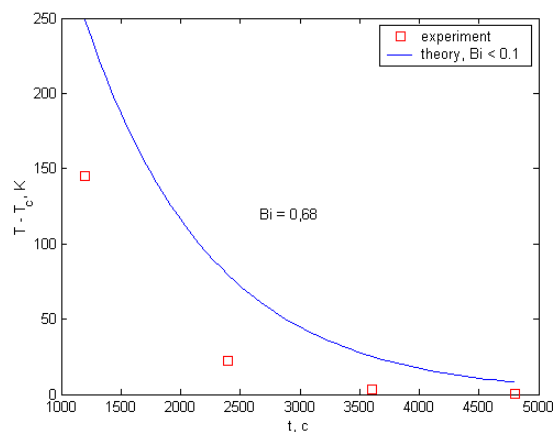


Рис. 3. Сравнение аналитического решения и численного решения для $t = 20, 40, 60, 80$ мин

Таким образом получается, что в подобных задачах, если число Био $Bi > 0,1$, просто необходимо использовать математическое моделирование и вычислительный эксперимент при моделировании теплофизических процессов и объектов в металлургии.

Список литературы

1. Анищенко Л. М., Лавренюк С. Ю. Математические основы проектирования высокотемпературных технологических процессов. М. : Наука, 1986. 80 с.
2. Цаплин А. И., Никулин И. Л. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии. Пермь : Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. 299 с.
3. Дьяконов В. MATLAB 6. СПб. : Питер, 2001. 592 с.

Новые металлургические технологии

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ ПРОВОДНИКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СОВМЕЩЁННОГО ЛИТЬЯ И ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ

А.В. Дурнопьянов, Д.В. Назаренко, Е.А. Кулишова*

Научный руководитель В.М. Беспалов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Развитие автомобильной промышленности, современных транспортных систем и малой авиации обуславливает спрос предприятий на проводниковую продукцию с минимально возможным весом и высоким уровнем термостойкости при нагреве до 230 °С и выше, поэтому актуальной научной задачей является создание производства деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения и разработка новых составов алюминиевых сплавов с повышенным комплексом свойств [1, 2].

Наиболее эффективным для изготовления длинномерной продукции круглого сечения является метод совмещенного литья и прокатки-прессования (СЛиПП), обеспечивающий одновременное повышение прочностных и пластических свойств проводниковых полуфабрикатов из алюминиевых сплавов.

В качестве последних целесообразно применять сплавы с легирующими добавками переходных и редкоземельных металлов, а именно церия, лантана и циркония. Варьирование содержания легирующих добавок в составе сплавов позволяет управлять свойствами полуфабрикатов в широком диапазоне и добиваться разного сочетания механических характеристик и удельного электрического сопротивления [3, 4].

Целью работы является исследование механических свойств и термостойкости прутков, изготовленных методом совмещенного литья и прокатки-прессования из алюминиевых сплавов с разным содержанием церия, лантана и циркония.

Для реализации поставленной задачи проводили эксперименты по изготовлению прутков диаметром 9 мм на лабораторной установке (рисунок). Расплав с помощью печи-миксера 1 заливали в калибр валков, регулируя количество металла с помощью регулятора 2, после кристаллизации металл захватывался валками 3 и 4, прокатывался и выдавливался через отверстие в матрице 7. Химический состав исследуемых сплавов представлен в табл. 1.

Технологические параметры совмещенного литья и прокатки-прессования были следующими: температура расплава перед заливкой в калибр валков $T_{\text{зал}} = 800$ °С; температура валков $T_{\text{в}} = 100$ °С, коэффициент вытяжки при прессовании $\mu = 4,4$; скорость деформации $\xi = 0,74$ с⁻¹.

* © Дурнопьянов А.В., Назаренко Д.В., Кулишова Е.А., 2019

Химический состав сплавов, масс. %

Сплав	Al	Ce	La	Zr	Fe	Si
1	основа	–	–	0,30	0,20	0,10
2	основа	0,5	–	–	–	–
3	основа	4,58	2,48	–	0,22	0,10

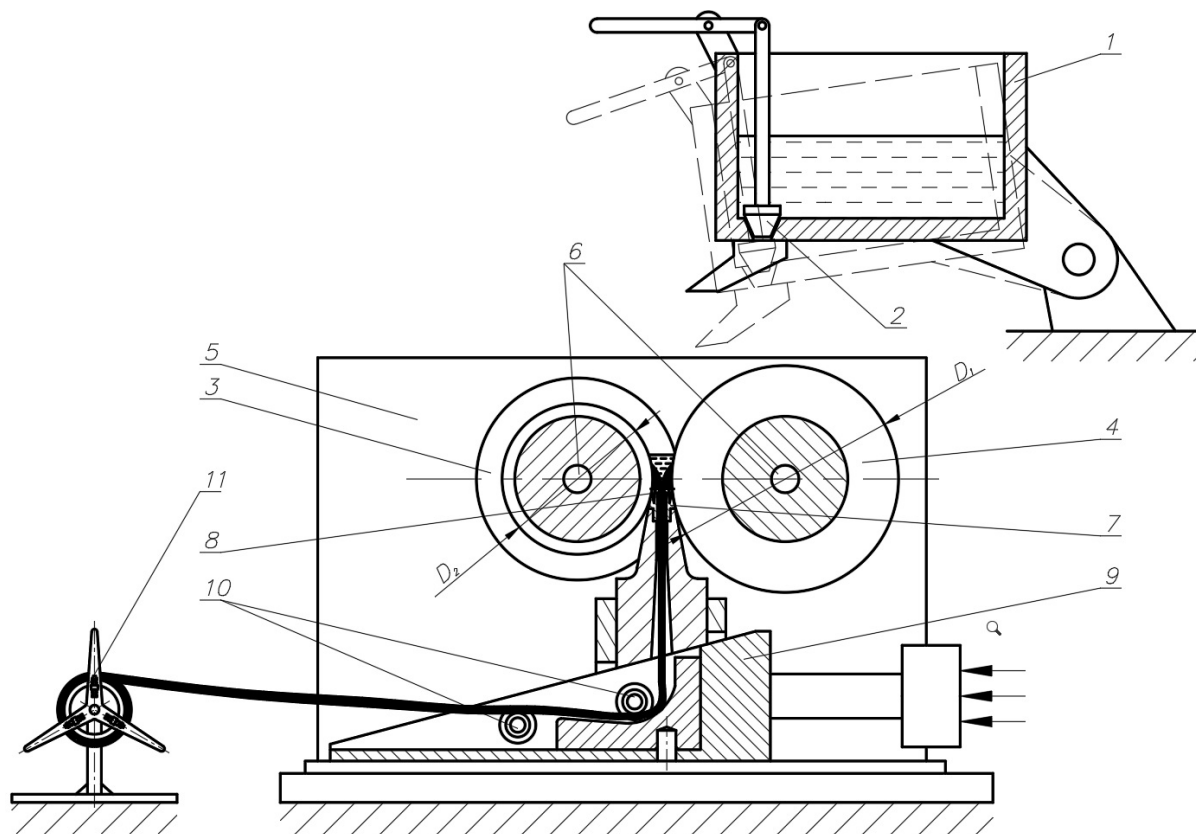


Рис. Общий вид установки совмещенного литья и прокатки-прессования [5]:
 1 – печь-миксер; 2 – регулятор; 3 – валок с ручьем; 4 – валок с выступом; 5 – станина;
 6 – полости для охлаждения валков; 7 – матрица; 8 – клиновидные полости;
 9 – клиновой механизм; 10 – направляющие ролики; 11 – моталка

Исследование условного предела текучести $\sigma_{0,2}$, временного сопротивления разрыву σ_b и относительного удлинения δ проводили методом растяжения на машинах LFM 400 и LFM 20 фирмы Walter Bai AG, удельное электросопротивление ρ измеряли на метровых образцах с помощью миллиомметра «ВИ-ТОК». Для определения термостойкости проводили отжиг прутков и фиксировали уменьшение временного сопротивления разрыву σ_b после нагрева. Режимы отжига выбирали исходя из результатов работы [6].

Наибольшей прочностью в деформированном и отожжённом состоянии обладает сплав 3. Временное сопротивление разрыву прутков после СЛИПП составляет 190 МПа и снижается после отжига до значений 141 МПа, что свидетельствует о большей стабильности структуры полуфабрикатов при нагреве по сравнению со сплавами 1 и 2.

Прутки из сплава 2 имеют лучшую электропроводность, значение удельного электрического сопротивления составляет $0,0287 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$, а прочность остается на уровне 117 МПа. Сплав 1 обладает хорошим сочетанием временного сопротивления разрыву на уровне 128 МПа и относительного удлинения – 25 % (табл. 2).

Таблица 2

Свойства прутков из исследуемых сплавов

Сплав	После СЛиПП				После отжига 400 °С			После отжига 450 °С			
	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ρ , Ом·мм ² /м	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	$\sigma_{0,2}$, МПа	$\sigma_{в}$, МПа	δ , %	ρ , Ом·мм ² /м
1	128	138	25	0,0331	20	82	39	31	80	45	0,0319
2	108	117	25	0,0290	16	85	44	20	80	56	0,0287
3	173	190	22	0,0310	95	153	31	94	141	37	0,0310

Выводы:

1. Концентрация в сплаве церия 4,58 % и лантана 2,48 % обеспечивает уровень прочностных свойств 153 МПа после отжига при температуре 400 °С.

2. Прутки из сплава 3 обладают более высокой стабильностью структуры, поскольку значение временного сопротивления разрыву остается на уровне 141 МПа после отжига 450 °С.

3. Минимальное значение относительного удлинения прутков из исследуемых сплавов находится на уровне 22 %, что свидетельствует о высоком уровне пластичности полуфабрикатов после СЛиПП.

Список литературы

1. Мещанов В. Г. Анализ основных тенденций в развитии мирового производства кабелей и проводов // Кабели и Провода. 2012. № 4. С. 3–7.

2. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов : монография. М. : МАКС Пресс, 2005. 344 с.

3. Sidelnikov S. B. Application and Research Twin Roll Casting-Extruding Process for Production Longish Deformed Semi-Finished Products from Aluminum Alloys // Materials Science Forum. 2018. Vol. 918. P. 13–20.

4. Сидельников С. Б. Прогнозирование свойств металла при совмещенной обработке сплавов системы Al–PЗМ на основе поэтапной оценки их механических характеристик // Известия высших учебных заведений. Цветная металлургия. 2015. № 4. С. 32–37.

5. Патент РФ № 73245, кл. В 21 С 3/00, В22D 11/00. Устройство для непрерывного литья, прокатки и прессования цветных металлов и сплавов / С. Б. Сидельников, Н. Н. Довженко, Е. С. Лопатина, Р. Е. Соколов [и др.] ; опубл. 20.05.2008. Бюл. № 14.

6. Bergardt V. A. Development of Annealing Conditions wire Rod Alloy of Al–Zr System to Reach Required Properties // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2014. № 5. С. 587–595.

РАЗРАБОТКА РЕЖИМОВ ДЕФОРМАЦИИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЮВЕЛИРНЫХ ЦЕПЕЙ

В.А. Лопатин, Е.С. Чибисова*

Научный руководитель С.Б. Сидельников
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

При расширении ювелирного рынка на первый план выходит поиск новых способов и технологий производства ювелирных цепей из новых сплавов на основе драгоценных металлов, характеризующихся технологичностью при деформационной обработке и повышенным уровнем механических и потребительских свойств [1]. Анализ технологических процессов производства ювелирных изделий и патентной литературы дал возможность предложить новый способ изготовления биметаллических полуфабрикатов и сплава красного золота 585 пробы с добавками модификаторов [2] с целью получения проволоки с высокими прочностными и эксплуатационными характеристиками.

В предложенной технологии при обработке биметаллического полуфабриката, состоящего из серебряного сердечника и рубашки из сплава красного золота 585 пробы, необходимо было разработать режимы деформации с учетом ограничений по энергосиловым параметрам. Кроме того, одной из важных задач научно-исследовательской работы было определение механических свойств деформируемых полуфабрикатов и изучение их структуры.

С учетом технических характеристик применяемого для типовой технологии оборудования и данных по геометрическим размерам заготовки и проволоки были рассчитаны деформационные режимы и энергосиловые параметры процессов холодной сортовой прокатки и многократного волочения. Для их расчетов использовали программу PROVOL [3], разработанную на кафедре обработки металлов давлением Института цветных металлов и материаловедения Сибирского федерального университета. Данная программа была адаптирована для условий промышленного производства ОАО «Красноярский завод цветных металлов» (ОАО «Красцветмет») с учетом существующей схемы производства биметаллического полуфабриката при прокатке заготовки диаметром 8 мм до квадратного прутка размерами 1,12 × 1,12 мм и дальнейшим его волочением до конечного диаметра проволоки 0,25 мм.

В итоге были рассчитаны деформационные режимы волочения, которые затем использовались для проведения экспериментальных исследований в промышленных условиях. Анализ полученных данных показал, что реализуется равномерное распределение единичных вытяжек и значений коэффициентов запаса, обеспечивающих получение полуфабрикатов без обрывов в процессе деформации (табл. 1).

* © Лопатин В.А., Чибисова Е.С., 2019

Экспериментальные исследования по опытно-промышленному опробованию разработанной технологии проводили в условиях ОАО «Красцветмет».

Таблица 1

Результаты расчета деформационных режимов волочения биметаллических полуфабрикатов

Номер прохода	Диаметр, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Вытяжка единичная	Суммарная вытяжка	Степень деформации, %	Напряжение волочения, МПа	Коэффициент запаса
1	0,90	0,64	1,48	1,48	32,4	379,34	1,83
2	0,75	0,44	1,46	2,16	31,5	551,45	1,54
3	0,60	0,31	1,44	3,11	30,6	622,64	1,49
4	0,53	0,22	1,40	4,36	28,6	623,07	1,56
5	0,45	0,16	1,36	5,92	26,5	598,19	1,67
6	0,39	0,12	1,32	7,82	24,2	561,07	1,81
7	0,34	0,09	1,30	10,17	23,1	543,01	1,88
8	0,30	0,07	1,28	13,01	21,9	522,06	1,97
9	0,27	0,06	1,25	16,27	20,0	486,35	2,13
10	0,25	0,05	1,22	19,84	18,0	449,18	2,31

Сплав для изготовления полосы был получен прямым сплавлением основных компонентов в печи непрерывного литья в защитной атмосфере. Модифицирующие добавки вводились в расплав в соответствии с известными способами модифицирования сплавов на основе золота. Состав сплава контролировался с помощью количественного химического анализа.

Таблица 2

Механические свойства металла оболочки биметаллической проволоки

Диаметр, мм	Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Временное сопротивление разрыву, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %
	Оболочка из сплава золота 585 пробы, применяемого на ОАО «Красцветмет»			Оболочка из сплава золота 585 пробы с добавлением модификаторов		
0,9	657	338	43.2	694	553	48.5
0,75	803	413	36.7	848	675	41.2
0,6	906	465	28.6	956	761	32.1
0,45	945	486	24.3	998	795	27.3
0,25	983	505	19.5	1038	827	21.9

Биметаллическая заготовка состояла из серебряного сердечника (сплав СрМ925) и оболочки из предлагаемого сплава на основе золота 585 пробы. По-

лученную методом холодной прокатки ленту из сплава золота толщиной 0,33–0,50 мм обворачивали вокруг серебряного сердечника – прутка диаметром 2,5–8,2 мм. Это обеспечивало получение биметаллической заготовки и снижало риск отслоения оболочки от сердечника проволоки в процессе обработки. Таким образом, соотношение площадей поперечного сечения сердечника и тела полуфабриката составляло 0,27–2,6.

Сравнительный анализ данных по механическим свойствам металла оболочки, изготовленной из сплава золота 585 пробы, применяющегося на ОАО «Красцветмет», и оболочки из нового сплава, показывает, что прочностные и пластические свойства последней выше. Это дает возможность предположить, что процесс цепевязания пройдет без образования дефектов, а эксплуатационные свойства ювелирных цепей, изготовленных по новому способу, будут соответствовать имеющимся требованиям к данному виду продукции.

Для проверки результатов исследований из полученной проволоки были изготовлены опытные партии ювелирных цепей «Ромб двойной» высокого качества (рисунок), при этом обрывов и отслоений рубашки от сердечника при цепевязании не наблюдалось.



Рис. Вид ювелирной цепи «Ромб двойной» (а),
микроструктура проволоки диаметром 0,25 мм (б), $\times 200$

Таким образом, проведенные исследования показали, что предложенный способ изготовления биметаллической проволоки обеспечивает повышенный уровень механических свойств и их равномерное распределение по длине изделия. Процесс изготовления биметаллической проволоки, реализованный в промышленных условиях на основе применения этого способа, дает возможность получить плотное прилегание оболочки к сердечнику, характеризуется большей технологичностью изготовления биметаллических полуфабрикатов, повышением прочностных и пластических свойств металла, снижением вероятности возникновения обрывов в процессе волочения и расслоения золотой оболочки при вязке полотна цепи в связи с большей однородностью механических свойств по длине изделия. При этом повышается качество ювелирных изделий, механические и эксплуатационные характеристики готовой продукции и снижается ее

себестоимость, что дает основание рекомендовать предложенный способ производства биметаллической проволоки в производство.

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Константинов И. Л. [и др.]. Производство ювелирных изделий из драгоценных металлов и их сплавов. 2-е изд. М. : ИНФРА-М, 2016. 375 с.

2. Пат. 2430982 РФ. Способ изготовления биметаллической проволоки из драгоценных металлов / С. Б. Сидельников, Ю. Д. Дитковская, Е. С. Лопатина, Е. А. Павлов, Е. С. Леонтьева, О. С. Лебедева, К. А. Биндарева. Патентообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» // БИ 2017, № 21.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ PROVOL № 2015612273 РФ / С. Б. Сидельников, С. В. Беляев, О. С. Лебедева, Ю. Д. Дитковская, Е. С. Леонтьева, Э. А. Рудницкий, А. С. Соляникова. Патентообладатель ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет». № 2014663306; заявл. 19.12.2014; опубл. 16.02.2015.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ ПРОКАТКИ-ПРЕССОВАНИЯ СПЛАВА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ С НИЗКИМ СОДЕРЖАНИЕМ РЗМ

С.А. Соколова*

Научный руководитель Д.С. Ворошилов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время алюминий и его сплавы занимают лидирующее место по применению во многих областях промышленности. Прежде всего в таких, как промышленное и гражданское строительство, авиация, судостроение, химическая промышленность, электротехника, приборостроение и многие другие. Обусловлено это в первую очередь теплофизическими и механическими свойствами алюминия.

В электротехнической промышленности сплавы на основе алюминия применяются в высоковольтных линиях электропередачи, шинах, антеннах и волноводах. Расширение применения алюминия в электротехнике ведет к повышению спроса на алюминиевые полуфабрикаты малого поперечного сечения, такие как алюминиевая проволока, алюминиевые прутки и алюминиевые профили.

Однако изготовление данных полуфабрикатов с применением традиционных технологических схем на базе процессов прессования на гидравлических прессах связано с высокими трудозатратами и энергоемкостью процесса производства. Следует отметить, что одной из основных мировых тенденций современной промышленности является применение совмещенных и комбинированных методов обработки металлов для получения полуфабрикатов из цветных металлов и сплавов. Одним из них является метод совмещенной прокатки-прессования (СПП), который разработан учеными кафедры обработки металлов давлением СФУ и активно изучается [1–4].

Следует отметить, что проектирование оптимальных технологических режимов СПП связано с большим объемом вычислений и экспериментальных исследований.

Ввиду того, что проведение экспериментальных исследований процесса СПП является ресурсоемким, трудо- и экономически затратным, изучение данного метода проводится с применением компьютерного моделирования в программных пакетах, в основе которых лежит метод конечных элементов. Данный метод реализован в программном комплексе Deform 3D, который предназначен для исследований процессов обработки металлов давлением. Таким образом, проектирование и моделирование технологических режимов обработки алюминиевых сплавов с низким содержанием РЗМ на базе применения программного комплекса Deform 3D является актуальным.

* © Соколова С.А., 2019

Моделирование процесса СПП экспериментального сплава AL-P3M-1 (реологические характеристики которого представлены на рис. 1) на установке СПП-200 с горизонтальным расположением станины проводилось в несколько этапов.

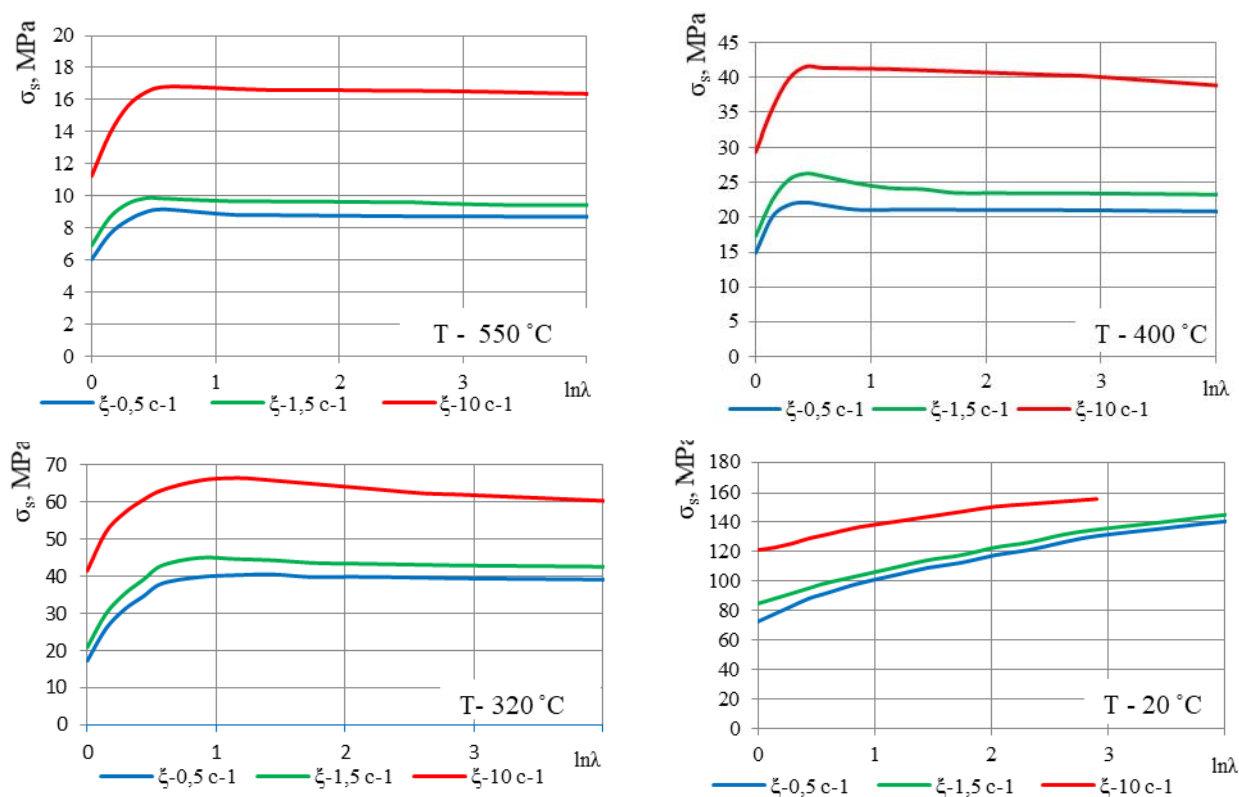


Рис. 1. Зависимость сопротивления деформации σ_s сплава AL-P3M-1 от степени деформации $\ln \lambda$ при различных скоростях деформации ξ [5]

На первом этапе, на основании ранее проведенных испытаний на кручение в программном комплексе Deform 3D, была создана база данных механических характеристик сплава AL-P3M-1. Подготовлена 3D-модель инструментального узла установки СПП-200 в формате STL.

Далее было проведено моделирование ряда режимов (таблица), который имеет следующие параметры: температура заготовки $T_3 = 480$ °C, температуре валков $T_B = 100$ °C, температуре матрицы $T_M = 100$ °C и окружной скорости вращения валков $\omega = 4-8$ об/мин.

Таблица

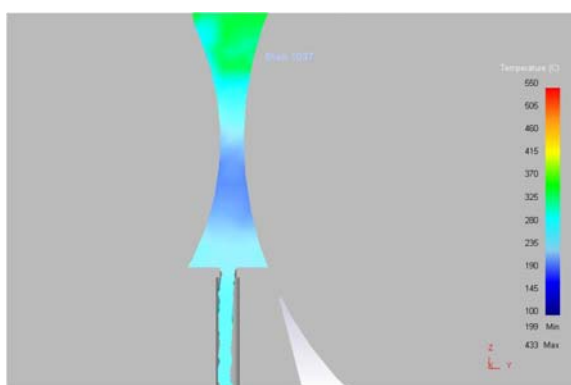
Параметры процесса СПП для проведения компьютерного моделирования в программном комплексе Deform 3D

Температура заготовки	$T = 480$ °C	
Диаметр пресс-изделия	Ø 9 мм	Ø 5 мм
Скорость деформации ξ , c ⁻¹ (об/мин)	0,74, (4)	0,74, (4)
	1,49 c ⁻¹ (8)	1,49 c ⁻¹ (8)

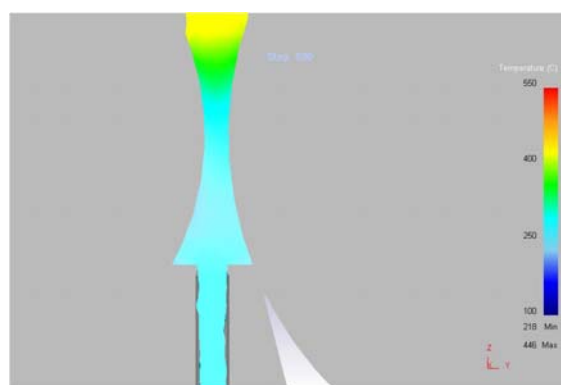
Параметры контактного взаимодействия между заготовкой и инструментом были выбраны в соответствии с рекомендациями производителей программного комплекса Deform 3D для случаев горячей обработки алюминиевых сплавов.

В результате моделирования получены следующие картины распределения температур вдоль очага деформации (рис. 2, 3).

Анализ результатов моделирования показал, что процесс СПП осуществим для всех четырех случаев. При этом температура заготовки вдоль очага деформации изменяется в диапазоне от 199 до 480 °С. Наиболее высокие значения температур наблюдаются при реализации режима обработки на рис. 3, а.

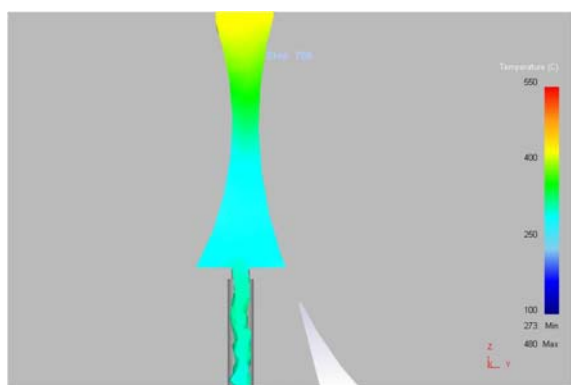


а – диаметр пресс-изделия – 5 мм

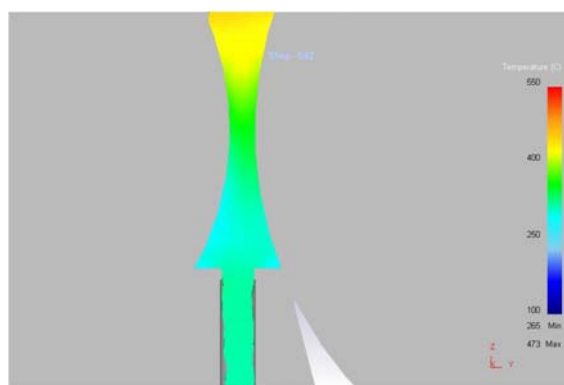


б – диаметр пресс-изделия – 9 мм

Рис. 2. Результаты моделирования процесса СПП по получению прутков из экспериментального алюминиевого сплава с низким содержанием РЗМ при температуре заготовки – $T_3=480$ °С, окружная скорость вращения рабочих валков – $\omega=4$ об/мин.



а – диаметр пресс-изделия – 5 мм



б – диаметр пресс-изделия – 9 мм

Рис. 3. Результаты моделирования процесса СПП по получению прутков из экспериментального алюминиевого сплава с низким содержанием РЗМ при температуре заготовки – $T_3=480$ °С, окружная скорость вращения рабочих валков – $\omega=8$ об/мин.

Это дает возможность использования компьютерной модели процесса и математической модели материала, заложенной в базу данных комплекса

Deform 3D, для дальнейшего изучения процесса получения длинномерных полуфабрикатов малого поперечного сечения на установке СПП-200.

Список литературы

1. Галиев Р. И. Разработка и исследование процесса совмещенной прокатки-прессования с целью повышения эффективности производства длинномерных пресс-изделий из алюминиевых сплавов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Магнитогорск, 2004.

2. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов : монография. М. : МАКС-Пресс, 2005. 344 с.

3. Беспалов В. М. Исследование совмещенных процессов обработки сплавов системы Al-Zr для получения длинномерных деформированных полуфабрикатов электротехнического назначения : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2015.

4. Соколов Р. Е. Разработка устройств и технологий для получения проволоки из силуминов с применением методов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2012.

5. Самчук А. П. Разработка технологии получения и исследование реологических свойств деформированных полуфабрикатов из сплавов систем Al-Mg и Al-Fe с применением методов совмещенной обработки : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2018.

Питание. Качество. Технологии

DIETARY HABITS OF STUDENTS

A. Shurikova¹, Y. Kaiser¹,
J. Roszczyc², A. Lukashevich^{2*}

Scientific advisers LG Klimatchkaia¹
MD, PhD, Doctor of Sciences professor
A.I. Shpakou^{2,3}
MD, PhD, assistant professor

¹ *V.P. Astafijev State Pedagogical University*

² *Higher Medical School*

³ *Yanka Kupala Grodno State University*

Maintaining a normal body weight and changing nutritional habits to remain healthy and become more healthy are the challenges for all people, but especially for young people [1].

Our previous studies have shown that attitudes towards food medical students do not fit and associated, on the one hand, with tendency to overweight and obesity [2, 3], on the other hand, female students may develop nutritional schemes that increase the risk of malnutrition [4]. The development of nutrition rationalization among young people should be encouraged.

The aim of the study was to evaluate the dietary habits of university students from Poland, Belarus, Russia and Lithuania and to assess the differences in the consumption frequency.

Material and methods. There were 1517 university students (mean aged 20.9±1.97 years) from four countries under examination: 614 – Poland (PL) from Universities in Krakow and Białystok: 421 women and 193 men; 303 – Belarus (BY) from University in Grodno: 183 women and 120 men; 284 – Russia (RUS) from University in Krasnoyarsk: 222 women and 62 men; 316 – Lithuania (LT) from University in Kaunas: 159 women and 157 men.

Questionnaire of Food Products Frequency Intake was used. This questionnaire was validated and recommended by the National Food and Nutrition Institute in Warsaw, Poland. The anthropometric and nutritional parameters were compared between female and male students using Tukey's test and differences were considered to be significant for $p < 0.05$. The statistical program STATISTICA for Windows (version 9.0) was used for the data analysis.

* © Shurikova A., Kaiser Y., Roszczyc J., Lukashevich A., 2019

Results and discussion

Table 1

The consumption frequency of examined food products in women group

FOOD	POLAND (1) N= 193			BELARUS (2) N= 120			RUSSIA (3) N= 62			LITHUANIA (4) N= 157			P= P<0,05
	X	SD	M	X	SD	M	X	SD	M	X	SD	M	
Milk, milk soups	4,3	2,19	5	5,1	1,96	5	4,3	2,19	5	5,0	2,05	5	ns
Joghurt, kefir	5,2	1,67	5	4,7	2,16	4	5,2	1,67	5	4,3	2,20	4	ns
Cottage cheese	3,7	1,77	4	4,2	2,05	4	3,7	1,77	4	3,8	1,95	4	ns
Eggs	4,2	1,45	4	3,9	1,76	4	4,2	1,45	4	4,0	1,69	4	ns
Pork, beef, veal	4,2	1,89	5	6,2	1,45	7	4,2	1,89	5	6,1	1,45	7	2:1; 3:1
Ham, sausages	5,5	1,82	6	3,8	2,01	4	5,5	1,82	6	3,2	1,79	3	1:4; 1:3; 1:2
Pork-butcher's products	4,1	2,11	5	3,7	1,90	4	4,1	2,11	5	3,0	1,67	3	1:3
Fish	3,6	1,45	4	3,5	1,42	4	3,6	1,45	4	3,5	1,48	4	ns
Half-meat- pizza, tripe	2,8	1,44	3	3,0	1,49	2	2,8	1,44	3	3,3	1,65	3	ns
Back fat, grease	1,3	0,88	1	2,1	1,41	2	1,3	0,88	1	2,3	1,52	2	2:1; 3:1
Butter	5,6	2,26	7	4,2	2,36	4	5,6	2,26	7	4,1	2,23	4	ns
Cream	3,6	1,87	4	4,4	1,85	4	3,6	1,87	4	3,3	1,90	3	ns
Olive oil	3,5	2,19	4	2,0	1,63	1	3,5	2,19	4	2,2	1,73	2	1:2
Sunflower, soya-bean oil	3,6	2,15	4	5,3	2,07	7	3,6	2,15	4	5,7	1,95	7	3:4; 3:1
Margarine	2,5	2,20	1	1,8	1,27	1	2,5	2,20	1	1,7	1,03	1	ns
Vegetables	5,8	1,57	6	5,5	1,92	7	5,8	1,57	6	5,4	1,86	6	ns
Fruits	6,0	1,51	7	5,8	1,70	7	6,0	1,51	7	5,9	1,61	7	ns
Fruit juice	4,0	2,39	5	3,1	2,20	2	4,0	2,39	5	2,8	2,03	2	ns
Vegetable juice	3,8	2,51	4	4,8	1,89	4	3,8	2,51	4	5,6	1,82	7	ns
Potatoes	5,1	1,74	5	4,8	1,69	4	5,1	1,74	5	5,5	1,82	6	1:4; 3:4
Beans, peas	2,2	1,44	2	2,1	1,28	2	2,2	1,44	2	2,6	1,61	2	ns
Soya	1,4	1,06	1	1,5	0,99	1	1,4	1,06	1	1,7	1,21	1	ns
Dark bread	4,6	2,33	5	5,5	2,21	7	4,6	2,33	5	4,5	2,35	5	ns
Rice and cereals	3,8	1,74	4	4,4	1,82	4	3,8	1,74	4	4,2	1,74	4	ns
Noodles	3,9	1,52	4	4,3	1,78	4	3,9	1,52	4	4,3	1,57	4	ns
Bread rolls	5,3	2,16	6	4,9	2,30	6	5,3	2,16	6	4,5	2,38	5	ns
Light bread	3,7	2,39	4	4,4	2,08	4	3,7	2,39	4	3,7	2,23	4	ns
Sugar	5,2	2,55	7	5,0	2,59	7	5,2	2,55	7	4,8	2,61	7	ns
Sweets, honey	4,0	2,25	5	4,7	1,97	4	4,0	2,25	5	5,3	1,97	6	ns
Jams, candied fruits	3,5	1,89	4	3,4	2,02	3	3,5	1,89	4	3,5	1,99	4	ns
Chocolate products	4,6	1,89	5	4,5	1,82	4	4,6	1,89	5	5,1	1,87	5	ns
Cakes, layer cake	3,2	1,81	3	3,0	1,58	2	3,2	1,81	3	3,5	1,84	3	ns
Sweet drinks	3,8	2,27	4	3,8	2,17	4	3,8	2,27	4	3,3	2,14	3	ns
Vodka	1,9	1,13	1	1,5	0,72	1	1,9	1,13	1	1,4	0,66	1	1:3; 4:3
Beer	2,9	1,57	3	2,2	1,38	2	2,9	1,57	3	2,0	1,16	2	1:4; 1:3
Wine	2,2	1,38	2	2,2	1,19	2	2,2	1,38	2	1,9	0,96	2	ns
Coffee	3,7	2,75	3	4,6	2,53	5	3,7	2,75	3	4,8	2,35	5	ns
Tee	6,6	1,17	7	6,6	1,26	7	6,6	1,17	7	6,6	1,25	7	ns

Table 2

**The consumption frequency according to the rank
(from the most rarely to the most often consumed) in the women group**

POLAND (1)		BELARUS (2)		RUSSIA (3)		LITHUANIA (4)	
FOOD	X	FOOD	X	FOOD	X	FOOD	X
Back fat, grease	1,3	Vodka	1,5	Vodka	1,4	Soya	1,6
Soya	1,4	Soya	1,5	Margarine	1,7	Vodka	1,7
Vodka	1,9	Margarine	1,8	Soya	1,7	Back fat, grease	1,9
Beans, peas	2,2	Olive oil	2,0	Wine	1,9	Beer	2,0
Wine	2,2	Beans, peas	2,1	Beer	2,0	Wine	2,0
Margarine	2,5	Back fat, grease	2,1	Olive oil	2,2	Margarine	2,1
Half-meat- pizza, tripe	2,8	Beer	2,2	Back fat, grease	2,3	Fruit juice	2,4
Beer	2,9	Wine	2,2	Beans, peas	2,6	Olive oil	2,4
Cakes, layer cake	3,2	Half-meat- pizza, tripe	3,0	Fruit juice	2,8	Beans, peas	2,4
Olive oil	3,5	Cakes, layer cake	3,0	Pork-butcher's products	3,0	Fish	2,9
Jams, candied fruits	3,5	Fruit juice	3,1	Ham, sausages	3,2	Half-meat- pizza, tripe	2,9
Fish	3,6	Jams, candied fruits	3,4	Half-meat- pizza, tripe	3,3	Jams, candied fruits	3,1
Sunflower oil,	3,6	Fish	3,5	Cream	3,3	Light bread	3,3
Cream	3,6	Pork-butcher's products	3,7	Sweet drinks	3,3	Eggs	3,3
Cottage cheese	3,7	Ham, sausages	3,8	Jams, candied fruits	3,5	Cakes, layer cake	3,3
Light bread	3,7	Sweet drinks	3,8	Cakes, layer cake	3,5	Sunflower oil,	3,4
Coffee	3,7	Eggs	3,9	Fish	3,5	Coffee	3,6
Rice and cereals	3,8	Butter	4,2	Light bread	3,7	Pork-butcher's products	3,6
Vegetable juice	3,8	Cottage cheese	4,2	Cottage cheese	3,8	Noodles	3,6
Sweet drinks	3,8	Noodles	4,3	Eggs	4,0	Milk, milk soups	3,6
Noodles	3,9	Rice and cereals	4,4	Butter	4,1	Butter	3,7
Sweets, honey	4,0	Light bread	4,4	Rice and cereals	4,2	Cottage cheese	3,8
Fruit juice	4,0	Cream	4,4	Noodles	4,3	Ham, sausages	3,8
Pork-butcher's products	4,1	Chocolate products	4,5	Joghurt, kefir	4,3	Rice and cereals	3,8
Pork, beef, veal	4,2	Coffee	4,6	Dark bread	4,5	Potatoes	4,0
Eggs	4,2	Sweets, honey	4,7	Bread rolls	4,5	Cream	4,0
Milk, milk soups	4,3	Joghurt, kefir	4,7	Coffee	4,8	Bread rolls	4,1
Chocolate products	4,6	Vegetable juice	4,8	Sugar	4,8	Dark bread	4,1
Dark bread	4,6	Potatoes	4,8	Milk, milk soups	5,0	Sweet drinks	4,3
Potatoes	5,1	Bread rolls	4,9	Chocolate products	5,1	Sugar	4,5
Joghurt, kefir	5,2	Sugar	5,0	Sweets, honey	5,3	Joghurt, kefir	4,5
Sugar	5,2	Milk, milk soups	5,1	Vegetables	5,4	Vegetable juice	4,5
Bread rolls	5,3	Sunflower oil,	5,3	Potatoes	5,5	Chocolate products	4,6
Ham, sausages	5,5	Vegetables	5,5	Vegetable juice	5,6	Sweets, honey	4,7
Butter	5,6	Dark bread	5,5	Sunflower oil,	5,7	Pork, beef, veal	5,4
Vegetables	5,8	Fruits	5,8	Fruits	5,9	Fruits	5,6
Fruits	6,0	Pork, beef, veal	6,2	Pork, beef, veal	6,1	Vegetables	5,7
Tee	6,6	Tee	6,6	Tee	6,6	Tee	6,2

Table 3

**The consumption frequency according to the rank
(from the most rarely to the most often consumed) in the men group**

POLAND (1)		BELARUS (2)		RUSSIA (3)		LITHUANIA (4)	
FOOD	X	FOOD	X	FOOD	X	FOOD	X
Soya	1,7	Soya	2,1	Vodka	1,7	Wine	1,4
Back fat, grease	1,9	Vodka	2,1	Margarine	1,8	Soya	1,7
Wine	2,1	Wine	2,1	Wine	1,9	Vodka	2,1
Vodka	2,9	Olive oil	2,2	Soya	2,1	Olive oil	2,2
Beans, peas	3,0	Margarine	2,3	Olive oil	2,1	Beans, peas	2,4
Margarine	3,0	Beans, peas	3,1	Beans, peas	2,4	Back fat, grease	2,5
Olive oil	3,4	Fruit juice	3,4	Back fat, grease	2,7	Fruit juice	2,7
Cakes, layer cake	3,5	Beer	3,5	Fruit juice	2,8	Beer	2,8
Vegetable juice	3,5	Back fat, grease	3,5	Beer	2,9	Fish	3,0
Half-meat pizza, tripe	3,6	Cakes, layer cake	3,6	Cream	3,2	Coffee	3,0
Coffee	3,7	Half-meat-pizza, tripe	3,6	Pork-butcher's products	3,3	Margarine	3,3
Jams, candied fruits	3,8	Coffee	3,8	Cakes, layer cake	3,3	Half-meat- pizza, tripe	3,5
Fish	3,9	Fish	3,8	Cottage cheese	3,4	Cakes, layer cake	3,5
Cream	3,9	Pork-butcher's products	4,2	Half-meat- pizza, tripe	3,4	Light bread	3,6
Cottage cheese	4,0	Cottage cheese	4,2	Jams, candied fruits	3,4	Rice and cereals	3,7
Dark bread	4,0	Jams, candied fruits	4,2	Fish	3,5	Sunflower, soya-bean oil	3,7
Sweets, honey	4,2	Sweet drinks	4,4	Ham, sausages	3,5	Jams, candied fruits	3,7
Rice and cereals	4,2	Ham, sausages	4,5	Rice and cereals	3,9	Noodles	3,8
Sunflower, soya-bean oil	4,4	Vegetable juice	4,6	Eggs	3,9	Dark bread	3,9
Beer	4,4	Chocolate products	4,6	Joghurt, kefir	4,0	Pork-butcher's products	4,0
Noodles	4,5	Joghurt, kefir	4,7	Dark bread	4,2	Eggs	4,0
Fruit juice	4,5	Eggs	4,9	Light bread	4,2	Ham, sausages	4,1
Light bread	4,6	Sweets, honey	5,0	Sweet drinks	4,2	Cottage cheese	4,1
Milk, milk soups	4,7	Sunflower, soya-bean oil	5,0	Butter	4,5	Vegetable juice	4,3
Sweet drinks	4,7	Light bread	5,2	Sweets, honey	4,5	Cream	4,3
Eggs	4,8	Milk, milk soups	5,2	Coffee	4,6	Butter	4,4
Chocolate products	4,8	Rice and cereals	5,2	Noodles	4,7	Joghurt, kefir	4,5
Pork-butcher's products	4,9	Noodles	5,3	Chocolate products	4,8	Milk, milk soups	4,5
Pork, beef, veal	5,0	Cream	5,3	Vegetable juice	5,0	Chocolate prod.	4,6
Joghurt, kefir	5,2	Vegetables	5,4	Vegetables	5,1	Sweets, honey	4,7
Potatoes	5,5	Fruits	5,4	Milk, milk soups	5,2	Potatoes	4,7
Butter	5,7	Butter	5,6	Sunflower, soya-bean oil	5,3	Bread rolls	4,8
Bread rolls	5,8	Potatoes	5,7	Fruits	5,5	Sweet drinks	4,9
Fruits	5,8	Bread rolls	6,3	Bread rolls	5,6	Fruits	5,2
Vegetables	5,9	Dark bread	6,4	Sugar	5,8	Vegetables	5,2
Sugar	5,9	Sugar	6,4	Potatoes	5,9	Tee	5,7
Tee	6,1	Pork, beef, veal	6,5	Pork, beef, veal	6,4	Sugar	5,8
Ham, sausages	6,1	Tee	6,8	Tee	6,8	Pork, beef, veal	5,9

Table 4

The consumption frequency of examined food products in men group

FOOD	POLAND (1) N= 193			BELARUS (2) N= 120			RUSSIA (3) N= 62			LITHUANIA(4) N= 157			P=
	X	SD	M	X	SD	M	X	SD	M	X	SD	M	P<0,05
Milk, milk soups	4,7	2,13	5	5,2	2,07	6	5,2	1,85	5	4,5	1,61	5	ns
Joghurt, kefir	5,2	1,76	5	4,7	1,94	4	4,0	2,10	4	4,5	1,48	5	1:3
Cottage cheese	4,0	1,84	4	4,2	2,00	4	3,4	1,87	3	4,1	1,62	4	ns
Eggs	4,8	1,27	5	4,9	1,99	5	3,9	1,77	4	4,0	1,47	4	2:4; 2:3; 1:3
Pork, beef, veal	5,0	1,64	5	6,5	1,25	7	6,4	1,12	7	5,9	1,33	6	2:1; 3:1; 4:1
Ham, sausages	6,1	1,33	7	4,5	2,00	4	3,5	1,94	4	4,1	1,47	4	1:4; 1:3; 1:2; 2:3
Pork-butcher's products	4,9	1,83	5	4,2	1,94	4	3,3	1,85	3	4,0	1,52	4	1:3
Fish	3,9	1,36	4	3,8	1,71	4	3,5	1,65	4	3,0	1,36	3	1:4; 2:4
Half-meat- pizza, tripe	3,6	1,53	4	3,6	1,73	4	3,4	1,89	3	3,5	1,32	4	ns
Back fat, grease	1,9	1,48	1	3,5	1,97	3	2,7	1,56	2	2,5	1,35	2	2:4; 2:1
Butter	5,7	2,18	7	5,6	1,82	7	4,5	2,09	4	4,4	1,96	5	ns
Cream	3,9	2,08	4	5,3	1,66	5	3,2	1,65	4	4,3	1,48	4	2:3; 2:1
Olive oil	3,4	2,22	3	2,2	1,59	2	2,1	1,38	2	2,2	1,57	2	1:4; 1:3; 1:2
Sunflower, soya-bean oil	4,4	2,12	5	5,0	2,15	5	5,3	1,94	7	3,7	1,87	4	3:4
Margarine	3,0	2,45	1	2,3	1,53	2	1,8	1,19	2	3,3	2,16	3	ns
Vegetables	5,9	1,36	6	5,4	1,74	6	5,1	2,03	5	5,2	1,43	5	ns
Fruits	5,8	1,50	6	5,4	1,54	5	5,5	1,65	7	5,2	1,36	5	ns
Fruit juice	4,5	2,27	5	3,4	2,09	3	2,8	1,96	2	2,7	1,83	2	1:4; 1:3
Vegetable juice	3,5	2,42	3	4,6	1,85	4	5,0	1,88	5	4,3	1,83	4	ns
Potatoes	5,5	1,61	6	5,7	1,59	7	5,9	1,65	7	4,7	1,54	5	2:4; 2:3
Beans, peas	3,0	1,62	3	3,1	1,68	3	2,4	1,48	2	2,4	1,31	2	ns
Soya	1,7	1,56	1	2,1	1,56	1	2,1	1,46	2	1,7	1,16	1	ns
Dark bread	4,0	2,26	5	6,4	1,59	7	4,2	2,38	4	3,9	1,87	4	2:4; 2:3; 2:1
Rice and cereals	4,2	1,58	5	5,2	1,65	5	3,9	1,93	4	3,7	1,54	4	2:4; 2:3; 2:1
Noodles	4,5	1,26	5	5,3	1,44	5	4,7	1,85	4	3,8	1,40	4	2:4; 3:4; 2:1
Bread rolls	5,8	1,97	7	6,3	1,35	7	5,6	1,97	7	4,8	1,89	5	2:4
Light bread	4,6	2,49	5	5,2	2,09	6	4,2	1,96	4	3,6	1,68	4	ns
Sugar	5,9	2,08	7	6,4	1,70	7	5,8	2,14	7	5,8	1,84	7	ns
Sweets, honey	4,2	2,18	5	5,0	1,89	5	4,5	2,04	4	4,7	1,62	5	ns
Jams, candied fruits	3,8	1,85	4	4,2	2,05	4	3,4	1,93	4	3,7	1,56	4	ns
Chocolate products	4,8	1,91	5	4,6	1,66	4	4,8	1,87	4	4,6	1,43	5	ns
Cakes, layer cake	3,5	1,89	3	3,6	1,73	4	3,3	1,68	4	3,5	1,47	3	ns
Sweet drinks	4,7	2,07	5	4,4	2,32	5	4,2	2,33	4	4,9	1,80	5	ns
Vodka	2,9	1,43	3	2,1	1,21	2	1,7	0,94	2	2,1	1,23	2	1:4; 1:3; 1:2
Beer	4,4	1,82	5	3,5	1,72	4	2,9	1,63	2	2,8	1,46	3	1:4; 1:3
Wine	2,1	1,39	1	2,1	1,27	2	1,9	1,04	2	1,4	0,83	1	1:4; 2:4; 3:4
Coffee	3,7	2,55	4	3,8	2,40	4	4,6	2,38	5	3,0	2,18	2	ns
Tee	6,1	1,85	7	6,8	0,85	7	6,8	0,79	7	5,7	1,81	6	2:4; 3:4

Using Tukey's Test we found some significant differences among four examined nations for different food categories. Individuals in Belarus eat significantly more pork, beef and veal than women in Poland, alike Russian women and Polish ones. For „ham and sausages” category Polish women consume more this kind of meat in comparison to women in Lithuania, Russia and Belarus. Polish women consume significantly more pork-butcher's products than Russian women. Potatoes are less often eaten in Lithuania than in Poland and in Russia. Polish women consume less back fat and grease than women in Russia and in Belarus. Olive oil products are more often used by Polish women than by Belarusian ones. Russian more frequently consume sunflower oil than Lithuanian and Polish women. Vodka is drunk more often by Polish women than Russian similarly Lithuanian women drink more vodka than Russian ones. Among four examined nations Polish women drink more beer than Lithuanian and Russian women.

There are statistically important differences in food consumption between men of these four nations. Yoghurts are more often consumed among Polish men than among Russian. Dark bread, rice and cereals are more frequently consumed by Belarusian men than in all other nations. Belarusian men consume more eggs than Lithuanian and Russian men. In addition Polish men consume more eggs, more yoghurt, pork-butcher's products and fruit juice than Russian. Moreover Polish men drink more vodka than all other examined nations, the same situation repeats for olive oil, ham and sausages. Ham, sausages and cream are more frequently consumed by Belarusian men than Russian. Bread rolls, noodles, tee, wine, potatoes and fish are more often eaten in Belarus than in Lithuania. In addition, Belarusian men consume more back fat and grease than Lithuanian and Polish men. Significant differences between Belarus and Poland were found for cream, pork, beef, veal and noodles and Belarusian men consume more of these products than Polish men. In Poland fruit juice, fish and wine are more often consumed than in Lithuania. Beer is drunk more often in Poland than in Russia and Lithuania. Wine, tee, sunflower oil, noodles, potatoes are consumed more often in Russia than in Lithuania. Pork, beef and veal are eaten more frequently in Russia and Lithuania than in Poland.

Cluster analysis of data obtained in the women and men groups reflects a connection between BMI and circumference of arm muscles and alcohol drinks intake, but only in women group it was connected with the national origin. The national origin of women was directly connected with intake of different meats, animal greasy products, sunflower oil. The national origin in the group of men may have be connected with the intake of smoked meats, fish, margarines, fruits, vegetables and their preserves (juices). The height of the “U” indicates the distance between the objects. The longer distance between the national origin and intake of dairy products is revealed what may suggests weaker coincidence.

Discussion. Thus, the positive moment is that the majority of investigated students eat adequately. Actual consumption of products was characterized by mistakes in all investigated groups. It shows not always corresponding food habits. There are important distinctions in consumption of food and alcohol among men and among women of these four nations It specifies necessity of development of criteria of a va-

riety of a feed in view of social and economic development of the country in which researches are carried out. The scientific idea of the project developed by experts from four centers of science, has allowed to use the unified techniques, to carry out the uniform approach to research and ways of the statistical analysis of such important parameter of a style of life as feed. Collective work became a basis of a scientific substantiation of the educational program for young people from University as specialists of health promoter- leader on formation of principles of a healthy feed and has served as an occasion for improvement of a feed in Universities.

Conclusions

1. This study shows real way of nutrition in four European nations. We can assume that it reflects also economical situation in particular countries. It reveals not always appropriate nutritional habits and should be a challenge to their change.

2. We postulate to the Universities Governments to support the canteens for students in cheap but well balanced meals and fresh vegetables and fruits but to remove the slot-machines with carbonated sweet drinks.

3. The nutritional educational programme was prepared, to be implemented in all higher universities that were participating in the study.

4. The rationalization of the way of nourishment and motivation of physical activity are initiated among the academics youth.

References

1. Butnariu M. Design management of functional foods for quality of life improvement. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2013. 20 (4). 736–741.

2. Kolarzyk E., Pac A., Shpakou A., Kleszczewska E., Klimackaya L., Laskiene S. Nutrition of overweight and obese students. *Cent. Eur. J. Med.* 2012, 7(5), 665–671.

3. Kolarzyk E., Szpakow A., Kleszczewska E., Klimatskaya L.G., Lakiene S. Nutritional status of students from central-eastern Europe. What should be done to improve it? *Annals of Nutrition & Metabolism* 55 (suppl 1).

4. Shpakou A., Kovalevskiy V., Klimatckaya L., Zaitseva O., Janocha A. Psychological profile of female students with a tendency to anorexia nervosa. *Family Medicine & Primary Care Review* 2017; 19(4): 399–403.

5. Пушмина И. Н. Тенденции натуральности – приоритетные направления создания лечебно-профилактических напитков // *Пиво и напитки*. 2009. № 4. С. 28–29.

6. Пушмина И. Н., Кудрявцев М. Д., Пушмина В. В. и др. Формирование ассортиментной концепции спортивных фитонапитков на основании результатов социологического опроса // *Человек. Спорт. Медицина*. 2018. Т. 18. № 3. С. 77–89.

7. Пушмина И. Н., Пушмина В. В. Анализ фактического питания и разработка концепции оптимизации питания студентов с использованием функциональных ингредиентов // *Восток–Россия–Запад. Здоровьеформирующие факто-*

ры и качество жизни людей разного возраста в XXI веке : материалы XVIII традиц. междунар. симп., проводимого в рамках междунар. науч.-образоват. форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева), г. Красноярск, Россия) (16–19 октября 2015 г., Красноярск) / отв. за вып. Л. Г. Климацкая, В. А. Кузьмин ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т : Красноярск, 2015. Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,78 МБ). Систем. требования : Internet Explorer; Acrobat Reader 7.0 (или аналогичный продукт для чтения файлов формата .pdf). URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnyemeropriyatiya/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. – Загл. с экрана. – С.318-323.

8. Пушмина В. В., Пушмина И. Н., Карелина А. В. Формирование направлений оптимизации пищевой ценности функциональных продуктов на основании результатов социологического опроса // Региональный рынок в условиях кризиса [Электронный ресурс] : сб. материалов I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Сиб. федер. ун-т, Торг.-эконом. ин-т, 23 декабря 2016 г.); под общ. ред. Ю. Ю. Суловой. Электрон. текст. дан. (pdf, 13,8 Мб). Красноярск : СФУ, 2017. Загл. с экрана. С. 258–264. URL: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b65/free/i-709723861.pdf>.

8. Пушмина И. Н., Волкова А. А., Голозубова А. Ю. Социологический опрос как фактор обоснования актуальности коррекции рационов спортивного питания // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ [Электронный ресурс] : материалы IV Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (11–12 мая 2018 г.) /отв. за вып. Ю. Ю. Сулова. – Электрон. дан. (9,1 Мб). – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. 718 с. Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb Ram ; Windows 98/XP/7 ; Adobe Reader v 8.0 и выше. Загл. с экрана. С. 478–481.

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСТРЕБОВАННОСТИ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ПАСТИЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ НА РЫНКЕ Г. КРАСНОЯРСКА

А.П. Бакина*

Научный руководитель Т.Л. Камоза

доктор педагогических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящий момент рынок кондитерских изделий является одной из самых динамично развивающихся составляющих потребительского рынка. В период с 2014 по 2018 г. объем производства на данном сегменте рынка увеличился на 12,5 %. Это явление вызвано рядом экономических, политических причин, но основная роль принадлежит потребителям, для которых кондитерские изделия являются ежедневным продуктом питания, независимо от уровня дохода.

С ростом производства расширяется и ассортимент кондитерских изделий, однако, согласно данным комплексных исследований, ассортимент группы пастильных изделий довольно устойчив и не в значительной мере подвергнут внедрению новшеств, как это характерно для шоколадных кондитерских изделий. В связи с этим целью данной работы явилось маркетинговое исследование востребованности расширения ассортимента пастильных изделий на рынке Красноярска зефиром с использованием местного растительного сырья (тыква, красная смородина). Высокие желирующие свойства красной смородины позволяют сократить внесение пектина в продукт. Каротин, входящий в состав растительного сырья, способствует приданию определенного цвета готовому продукту без использования красителей.

Маркетинговое исследование позволит оценить перспективы расширения ассортимента пастильных изделий путем определения отношения потенциальных потребителей к новому товару.

Расширение существующего ассортимента пастильных изделий связано с возможностью внедрения на рынок зефира, изготовленного с применением местного растительного сырья – тыквы, красной смородины.

Как показывают результаты исследований, от качества питания напрямую зависит здоровье человека. Использование ягод красной смородины и плодов тыквы при изготовлении зефира позволит не только расширить витаминный состав готового продукта, но и уменьшить количество пектина, вносимого для структурообразования.

Маркетинговое исследование проводилось методом социологического опроса респондентов путем анкетирования. В анкетировании принимали участие покупатели торговых сетей г. Красноярска в возрасте от 18 лет.

* © Бакина А.П., 2019

Анкетирование показало, что наиболее популярным у потребителей пастильным изделием является зефир. Больше 50 % опрошенных респондентов предпочитают покупать зефир в индивидуальной упаковке.

При выборе ответа на вопрос о пользе кондитерских изделий, треть опрошенных респондентов ответили, что кондитерские изделия не могут приносить пользу организму. Однако при выборе между шоколадом и зефиром для питания детей большая часть респондентов предпочитают покупать зефир.

Более 83 % опрошенных положительно относятся к введению в традиционную рецептуру зефира местного растительного сырья, в том числе потребители готовы приобретать зефир, изготовленный с использованием тыквы и ягод красной смородины.

Большая часть потребителей знает о положительном влиянии ягод красной смородины и плодов тыквы на организм человека при употреблении в пищу. В связи с этим потребители готовы приобретать новый зефир, в составе которого будет присутствовать данное местное растительное сырье.

На сегодняшний день все больше людей понимают, что здоровье организма зависит от качества питания, поэтому спрос на продукты с добавлением растительного сырья, в составе которого содержатся биологически активные вещества, увеличивается.

Проведенное маркетинговое исследование позволяет сделать вывод, что жители региона готовы покупать зефир, при изготовлении которого были использованы ягоды красной смородины и плоды тыквы. Увеличение биологически активных веществ в традиционном кондитерском изделии позволит не только обогатить рацион потребителей, но и снизить потребление более калорийных десертов.

АНАЛИЗ РЫНКА ПРОДУКТОВ СО СПЕЦИАЛЬНОЙ МАРКИРОВКОЙ «ПИЩЕВАЯ ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ», ПРОИЗВОДИМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.Ю. Болсун, А.Д. Макаренко*

Научный руководитель С.Л. Масанский
кандидат технических наук, доцент

Могилевский государственный университет продовольствия

Введение. Современный продовольственный рынок Республики Беларусь насыщен широким ассортиментом пищевых продуктов. Однако по своим свойствам не все они могут быть рекомендованы для детского питания, в частности для детей дошкольного и школьного возраста. Специализированные продукты питания (СПП) для детей раннего, дошкольного и школьного возраста имеют соответствующую маркировку «Пищевая продукция для детского питания».

Цель: выявить современный ассортимент продуктов питания для детей раннего, дошкольного и школьного возраста со специальной маркировкой, производимых пищевой промышленностью Республики Беларусь.

Задачи:

- определить количество наименований производимых продуктов со специальной маркировкой;
- установить долю рынка, которую занимают продукты с маркировкой в общем объёме;
- установить предприятия, которые специализируются только на производстве продуктов для детского питания.

Материалы и методы. В ходе работы был проанализирован ассортимент 129 предприятий по производству следующих групп товаров: молочные товары, мясная и рыбная продукция, пищевые концентраты, хлебобулочная продукция, кондитерские и консервные изделия, вкусовые товары (соковая продукция) на основе информации официальных сайтов производителей.

Долю рынка, которую занимают продукты с маркировкой «Пищевая продукция для детского питания», определяли по удельному количеству их наименований в общем ассортименте производимых в республике продуктов.

Результаты исследования. Было установлено, что из них 23 предприятия производят продукцию с маркировкой «Пищевая продукция для детского питания». В табл. 1 представлено общее количество наименований продуктов со специальной маркировкой по товарным группам, производимых на территории отдельных областей Республики Беларусь. Для более объективного анализа доли рынка СПП из расчетов были исключены предприятия, которые производят только продукты для детей. Таких предприятий в республике девять и они спе-

* © Болсун А.Ю., Макаренко А.Д., 2019

циализируются в основном на производстве продуктов для детей раннего возраста (табл. 2).

Таблица 1

**Количество товаров, имеющих специальную маркировку
«Для питания детей дошкольного и школьного возраста»**

Группа товаров	Минская область	Могилевская область	Гомельская область	Витебская область	Брестская область	Гродненская область	Всего
Кондитерская	5	–	–	–	–	–	5
Хлебобулочная	–	–	–	–	–	–	–
Консервная	57	17	–	189	49	36	348
Молочная	28	19	11	–	8	27	93
Пищевые концентраты	–	–	–	–	–	–	–
Мясная	13	7	–	3	1	4	28
Рыбная	–	–	–	–	–	–	–
Вкусовая (соковая продукция)	26	10	–	17	18	12	83
Всего	129	53	11	209	76	79	557

Таблица 2

Производители продуктов детского питания

Предприятия	Производимые продукты
Молочные продукты	
ООО «БИОМОЛПРОМ»	Биопродукт, бифидопродукт «Бифидин» для разных возрастных групп
ООО «Несвижский завод детского питания»	Молоко питьевое пастеризованное, цельное пастеризованное, питьевое ультрапастеризованное, сметана, сметана термостатная, йогурт термостатный, био-йогурт термостатный, обогащенный пробиотическими микроорганизмами, кефир
Консервы	
ООО «Белфуд Продакшн»	Пюре мясные, рыбные, овощные, фруктовые
ООО «Славфуд»	Пюре мясные, рыбные, овощные, фруктовые
ОАО «Малоритский консервно-овощесушильный комбинат»	Пюре фруктовые, овощные
СООО «Оазис Групп»	Пюре мясные, рыбные, овощные, фруктовые
ОАО «Беллакт»	Пюре мясные, рыбные, овощные, фруктовые
Соковая продукция	
ОАО «Беллакт»	Морсы, соки фруктовые
ООО «Белфуд Продакшн»	Морсы, соки фруктовые, нектары фруктовые

Доля рынка продуктов с маркировкой «Пищевая продукция для детского питания», производимых остальными предприятиями пищевой промышленности республики, составляет лишь 2,5 % от общего объема рынка. В группе молочных продуктов на продукцию для детей приходится 2,4 %, в группе мясной продукции – 1,0 %, консервной продукции – 17,0 %, кондитерских изделий и вкусовых товаров – 0,5 и 13,3 % соответственно.

Выводы. В целом ассортимент продуктов отечественного производства в Республике Беларусь для питания детей со специальной маркировкой не достаточно развит – доля рынка порядка 2,5 %. Рынок продуктов для детей наиболее обеспечен такими группами товаров отечественного производства, как молочная, консервная и соковая продукция. Консервные продукты для детского питания занимают порядка 13 % рынка среди продуктов данной группы, однако их ассортимент ограничивается различными видами пюре для детей раннего возраста. Однако на рынке не представлены продукты для детей следующих групп: хлебобулочная, рыбная и группа пищевых концентратов. Минимальная доля в общем ассортименте – мясных продуктов (1,0 %) и кондитерских изделий (менее 0,5 %).

В Могилевской, Гомельской, Гродненской, Брестской и Витебской областях не производятся кондитерские продукты для детей. Производство консервной продукции имеется во всех областях, за исключением Гомельской области. Производство молочной продукции для детей не представлено в Витебской области. Мясная и соковая продукция для питания детей не производится только в Гомельской области.

В Республике Беларусь в настоящее время производятся всего 5 наименований кондитерских изделий с маркировкой «Для питания детей дошкольного и школьного возраста»; 31 наименование молочных продуктов с маркировкой «Для питания детей раннего возраста», 42 – с маркировкой «Для питания детей дошкольного и школьного возраста», а 20 наименований молочных продуктов имеют общую маркировку «Для детского питания».

Для стимулирования предприятий к производству продуктов для детей могут быть применены следующие меры:

- льготы производителям со стороны государства;
- предоставление кредитов, ссуд с пониженной процентной ставкой;
- обеспечение предприятий каналами сбыта.

АНАЛИЗ РЫНОЧНОЙ И ПАТЕНТНОЙ ИНФОРМАЦИИ О ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВАХ БАТОНЧИКОВ-МЮСЛИ НА ПРЕДМЕТ ИХ ПРИГОДНОСТИ В ШКОЛЬНОМ ПИТАНИИ

А.А. Грахольская, Е.А. Данилина*

Научный руководитель С.Л. Масанский
кандидат технических наук, доцент

Могилевский государственный университет продовольствия

Введение. Батончики-мюсли задумывались как лечебное питание – швейцарский врач М. Беннер разработал новый продукт для своих пациентов в 1900 г. До сих пор батончики-мюсли остаются одними из самых востребованных диетических продуктов во всем мире среди людей, ведущих здоровый образ жизни. Но в последнее время они не вызывают единодушия в оценке полезных свойств, диетические качества мюсли ставятся под сомнение [1]. Во многом это связано с использованием в составе ненатуральных компонентов, усиливающих вкус, цвет, консистенцию, продлевающих сроки годности. Батончики-мюсли востребованы у детей и подростков, в частности, школьного возраста.

Актуальным является сбор и анализ доступной информации о составе и потребительских свойствах батончиков-мюсли, оценка потребительских свойств представленных на рынке батончиков-мюсли с точки зрения пригодности их для питания детей и подростков, в частности, при организации школьного питания, что явилось целью исследования.

Материалы и методы. Осуществлялась дегустация и изучение маркировки батончиков-мюсли, приобретенных в торговой сети города Могилева. Проведен поиск патентной информации с глубиной поиска 15 лет о составе батончиков-мюсли по базе патентов и изобретений РФ и СССР [2]. Изучен рекомендуемый ассортимент батончиков-мюсли для питания школьников США по программе «Healthy Schools» [3].

Результаты исследования. Проведен анализ потребительских свойств батончиков, представленных на рынке г. Могилева, – 8 наименований батончиков-мюсли различных производителей (табл. 1). Из представленных батончиков наиболее натуральный состав в батончиках «Everyday» и «Виталад». В составе «Everyday» – патока, хлопья (овсяные, пшеничные, ржаные, ячменные), клюква сушеная, яблоко сушеное, рис воздушный экструдированный, кукуруза воздушная экструдированная, пшеница воздушная, глицерин, кокосовое масло, витаминно-минеральный премикс, лецитин, лимонная кислота. В составе «Виталад» – хлопья овсяные, ржаные, пшеничные, ячменные, патока крахмальная карамельная, заменитель какао-масла, изюм, ананас цукаты, фруктоза, порошок ягод черники, глазурь белая. В составах отсутствуют красители, которые содержатся в батончике «Злаки с клубникой» (E150a, E150d), искусственные ароматизаторы (батончики: «Nutty Way», «Злаки с клубникой», «Мой лайк», «CINI

* © Грахольская А.А., Данилина Е.А., 2019

MINIS») и пальмовое масло («Nutty Way», «Злаки с клубникой», «CRUNCHY», «CINI MINIS»).

Таблица 1

Перечень наименований батончиков мюсли и их изготовителей

№	Наименование	Изготовитель
1	Батончик-мюсли «Виталад»	ЗАО «Пищевой комбинат ЛИНФАС», Россия
2	Батончик-мюсли «Три кота»	
3	Батончик-мюсли «Everyday»	ООО «Си-продукт», Россия
4	Батончик-мюсли «Мой лайк»	ООО «ЛЕОВИТ нутрио», Россия
5	Батончик-мюсли CRUNCHY	Польша
6	Злаковый батончик « CINI MINIS»	Польша
7	Батончик-мюсли «Злаки с клубникой»	СП ОАО «Спартак», РБ
8	Батончик-мюсли «Nutty Way»	ООО «РИФ», Украина

Содержание углеводов в батончиках варьировало от 51 г в 100 г (в батончике «CRUNCHY») до 72 г в батончиках «Виталад» и «Злаки с клубникой».

В результате органолептической оценки предпочтение было отдано «CRUNCHY». Цвет золотистый и соответствует изображению на упаковке. Запах и вкус ореховый, содержится большое количество орехов, как и заявлено на упаковке. Консистенция батончика мягкая, тягучая.

Стоимость всех представленных позиций составляет до двух белорусских рублей. Самый доступный – батончик «Злаки с клубникой», самая высокая цена на батончик-мюсли «Everyday» и «CRUNCHY» – примерно на 74 % выше усредненной цены на остальные батончики-мюсли.

Изучена патентная информация по составу батончиков (табл. 2).

Программа «Здоровые школы» («Healthy Schools»), принятая в США, направлена на внедрение политик и практик, которые позволяют всему школьному сообществу лучше питаться и развивать здоровые привычки [3]. Изучен ассортимент продукции здорового питания, рекомендуемый для использования в рамках данной программы в школьных учреждениях. Всего представлено 11 наименований батончиков-мюсли. В представленных батончиках используются натуральные ароматизаторы, их состав отличается низким содержанием жиров: от 3–4 % от общей массы батончика (в среднем 30–50 г) и низким содержанием углеводов 10 % от общей массы.

Выводы. Большинство батончиков, которые реализуются в городе Могилеве, содержат красители, искусственные ароматизаторы и пальмовое масло. Судя по маркировке, они безопасны для здоровья человека, но безопасны – не значит полезны. Рекомендовать с определенными ограничениями для питания детей и подростков из восьми наименований батончиков представляется возможным только два. Вместе с тем цена на них выше, чем у остальных.

Патентная информация по составу батончиков

Номер патента	Отличительные особенности
2270581	Смесь сухих компонентов готовят из хлопьев овсяных, экструдированного продукта, сушеных ананасов, апельсиновой цедры, изюма, шоколадной глазури, орехов и сироп, приготовленный на основе инвертного сиропа, в состав которого также входят патока и мед с внесением влагоудерживающей добавки – глицерина [2]. Недостатком этого способа является использование в качестве влагоудерживающей добавки химически полученного продукта – глицерина, а также искусственных вкусовых ароматизаторов: «Ванильный», «Клубничный», «Апельсиновый», «Тропический», «Кокосовый»
2499430	В смесь злаков добавляются сушеные хлопья из клубней топинамбура, хлопья или соломка из моркови, что позволяет снизить энергетическую ценность продукта и обогатить его пищевыми волокнами [2]
2577460	Предлагаемый состав для зернового батончика может служить для оздоровительных целей ввиду высокого содержания в нём магния, а также имеет высокую биологическую и пищевую ценность [2]
2333670	В состав входят компоненты, являющиеся продуктами глубокой переработки молока и зерновых продуктов [2]
2468606	Источник незаменимых и заменимых аминокислот для спортсменов и людей, ведущих активный образ жизни. Обладает высокими питательными свойствами [2]
2383207	Низкокалорийный пищевой батончик [2]
2579240	Повышенные диетические свойства зернового батончика за счет использования инулинсодержащего сырья – стружки корня лопуха [2]

В результате анализа патентной информации установлено семь составов новых батончиков-мюсли. Все представленные в патентах батончики отличаются повышенной пищевой ценностью и позиционируются как продукты здорового питания за счет различных натуральных компонентов рецептур: апельсиновая цедра, сушеные хлопья топинамбура, соломка из моркови, стружка корня лопуха, продукты переработки молока, продукты, магнийсодержащие, а также ингредиенты, повышающие пищевую ценность продукта.

В соответствии с программой «Здоровые школы» 11 наименований батончиков признаны здоровой пищей и допустимы в питании школьников в США.

Этот опыт может быть полезен для организации производства батончиков мюсли специализированного назначения для питания детей дошкольного и школьного возраста и их использования в ассортименте продуктов для дополнительного питания в школах Беларуси.

Список литературы

1. Батончики мюсли, польза и вред, батончики мюсли своими руками : сайт. URL: <https://www.inflora.ru/diet/diet838.html> (дата обращения: 19.02.2019).

2. Патентный поиск : сайт. URL: <http://www.findpatent.ru> (дата обращения: 22.03.2019).

3. Alliance for a healthier generation : сайт. URL: <https://www.healthiergeneration.org> (дата обращения: 23.03.2019).

СПОРТИВНОЕ ПИТАНИЕ – ПОЛЬЗА ИЛИ ВРЕД С.В. Кокоуров¹, Д.С. Опокин², Х.Х. Алшувайли^{1*}

Научный руководитель М.Д. Кудрявцев^{1,2}
доктор педагогических наук, профессор
Научный руководитель А.С. Сундуков¹
доцент

¹*Сибирский федеральный университет*
²*Сибирский государственный университет науки
и технологий им. академика М. Ф. Решетнева*

Введение. Спортивное питание – препараты и витаминно-минеральные комплексы, предназначенные для людей, которые являются профессиональными спортсменами или просто следят за собой и своим здоровьем [1, 2]. Мнение, что спортивное питание предназначено только для профессиональных бодибилдеров, атлетов и спортсменов ошибочно. Спортивное питание – в первую очередь средство на пути к усовершенствованию своего тела [3, 4]. Кому-то спортивное питание помогает нарастить мышечную массу, кому-то – сбросить лишний вес. Но надо знать и понимать, что специальные пищевые добавки лишь дополняют основной рацион правильного питания, а не являются таковым. В настоящее время в свободной продаже широкий ассортимент пищевых добавок, которые могут оказаться полезными перед, во время и после занятий спортом. Но в то же время существует много некачественных, спортивных добавок. И чтобы не нанести вред своему организму при выборе пищевых добавок, нужно уметь в них разбираться [5, 6].

Результаты исследования. Впервые препараты спортивного питания появились в 1960-х гг. в Америке, у нас позднее. В наше время существует несколько вариантов термина спортивное питание:

- спортивное питание – вид диеты, который включает в себя прием натуральных пищевых продуктов и правильно рассчитанного количества добавок в рационе;
- спортивное питание – специализированные добавки, призванные обеспечить спортсмена всеми необходимыми микроэлементами и витаминами;
- спортивное питание – натуральный продукт.

Основополагающий принцип спортивного питания. Основной принцип спортивного питания – это сбалансированность и достижение конкретной спортивной цели. Нужный состав подбирается по мере необходимости и комфорта употребления.

Плюсы препаратов спортивного питания. Большим плюсом препаратов спортивного питания является их быстрое переваривание и усвоение организмом. Высокая энергетическая ценность, повышенная работоспособность на протяжении всего времени физических нагрузок и после них.

* © Кокоуров С.В., Опокин Д.С., Алшувайли Х.Х., 2019

Препараты спортивного питания не являются лекарственными препаратами и тем более химическими стероидами, не содержат вредных для организма компонентов, не являются допингом, не вызывают привыкания организма. При приеме препаратов спортивного питания появляется возможность избежать переизбытка, что помогает избавить желудок от лишних нагрузок [7].

Последствия приема препаратов спортивного питания. Многие ошибочно считают, что спортивные добавки отрицательно влияют на психоэмоциональное состояние человека, а также на пищеварительную систему. В действительности же добавки содержат только натуральные вещества. Спортсменам важно иметь крепкие мышцы, но при классическом рационе им придется съесть большое количество еды, а это очень вредно, так как жир, содержащийся в пище, трудно превратить в мышцы, а добавки содержат только концентрат, без сахара и вредных жиров. Самым безобидным веществом для набора мышечной массы является протеин. После его приема и напряженной тренировки можно почувствовать увеличение мышечной ткани. А если необходимо снижение массы, то белок даёт удержание мышц и сжигание жиров. Однако, при неверной дозировке протеиновые смеси и коктейли могут дать отрицательный результат. Это может проявиться в виде расстройства желудочно-кишечного тракта, сопровождающегося вздутием, появлением угрей и диареи [8, 9].

Организация исследования

1. Опрос студентов «Знаете ли вы о спортивном питании». Первый этап исследования был проведен на базе Торгово-экономического института (ТЭИ) СФУ (г. Красноярск). В исследовании приняли участие 74 студента. Цель опроса: выяснить процентное соотношение студентов, которые обладают знаниями о препаратах спортивного питания, принимают эти препараты или имеют желание начать принимать препараты спортивного питания.

2. Соотношение спортсменов, принимающих легальные и нелегальные препараты спортивного питания. Вторым этапом исследования стало подтверждение или опровержение информации о наличии побочных эффектов при приеме спортивного питания. Для этого провели беседу с 30 спортсменами. Это мужчины в возрасте от 25–38 лет, все они постоянно занимаются тяжелой атлетикой, употребляют спортивное питание 3–5 лет. Важным фактором для отбора опрашиваемых был продолжительный опыт приема препаратов спортивного питания, так как необходимо продолжительное время для того, чтобы побочные действия могли проявиться.

Анализ полученных данных. 1. На основе данных, полученных в результате опроса, мы построили круговую диаграмму, на которой отображены результаты опроса студентов (рис. 1). На диаграмме видно, что большинство опрошенных (83 %) имеют представление о том, что такое спортивное питание. Некоторые им пользуются (29 %). Несмотря на то, что большинство студентов не принимают спортивное питание, опрос показал, что они хотели бы его принимать (60 %).

2. В ходе беседы выяснилось, что из 30 человек, принимающих спортивное питание, 20 принимают так называемое «здоровое» питание, а 10 имели опыт употребления нелегализованных препаратов спортивного питания (рис. 2). Во время беседы мы выяснили, что при употреблении препаратов «здорового» спортивного питания побочных эффектов нет. Из 10 мужчин, употреблявших нелегализованные препараты спортивного питания, у 7 проявились побочные эффекты, это высыпания на коже и зуд кожных покровов.

"Знаете ли вы о спортивном питании"

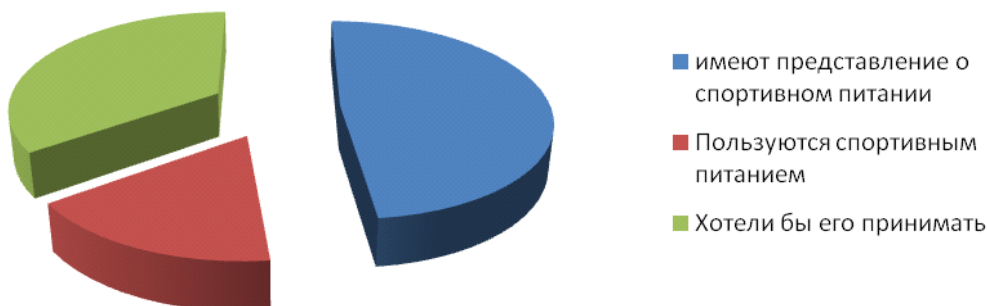


Рис. 1. Результаты опроса 1

Спортсмены принимающие легальные и не лицензированные препараты спортивного питания.

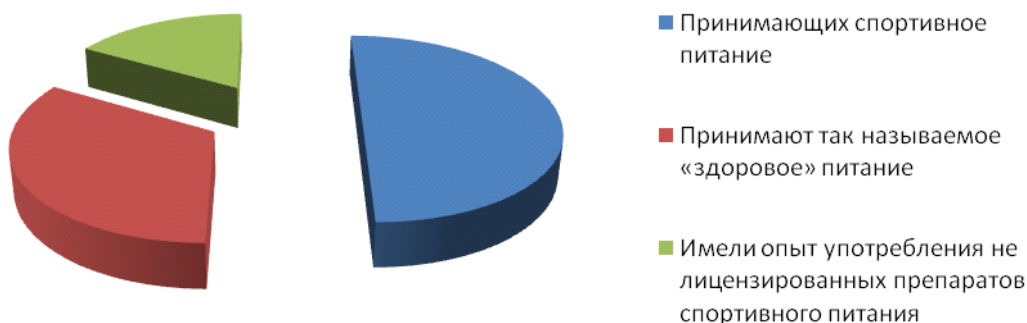


Рис. 2. Результаты опроса 2

Вывод. После проведенных исследований на базе ТЭИ СФУ был сделан вывод, что большинство опрошенных студентов (83 %) имеют представление о том, что такое спортивное питание. Некоторые им пользуются (29 %). Несмотря на то, что большинство студентов не принимают спортивное питание, опрос показал, что они все же хотели бы его принимать (60 %). Собрав и проанализировав информацию о спортивном питании, мы выяснили, что побочные действия есть. Они выражаются в высыпаниях на коже, зуде кожных покровов, вздутии живота, рвоте и изжоге. Углубившись в изучение спортивного питания, мы

пришли к выводу, что необходимо расширять знания по этому вопросу и популяризировать здоровый образ жизни и здоровое питание среди студентов.

Список литературы

1. Антонович С. Масса или правда о питании, добавках и химии в бодибилдинге. М. : АС «Медиа Гранд», 2012.
2. Спортивная энциклопедия : <http://sportwiki.to>.
3. Интернет-журнал о спортивном питании : <http://proteinfo.ru>.
4. Спортивное питание победителей (автор С. Клейнер).
5. Пушмина И. Н. Тенденции натуральности – приоритетные направления создания лечебно-профилактических напитков // Пиво и напитки. 2009. № 4. С. 8–29.
6. Пушмина И. Н., Кудрявцев М. Д., Пушмина В. В. и др. Формирование ассортиментной концепции спортивных фитонапитков на основании результатов социологического опроса // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18. № 3. С. 77–89.
7. Пушмина И. Н., Пушмина В. В. Анализ фактического питания и разработка концепции оптимизации питания студентов с использованием функциональных ингредиентов // Восток–Россия–Запад. Здоровьеформирующие факторы и качество жизни людей разного возраста в XXI веке : материалы XVIII традиц. междунар. симп., проводимого в рамках междунар. науч.-образоват. форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева), г. Красноярск, Россия) (16–19 октября 2015 г., Красноярск) / отв. за вып. Л. Г. Климацкая, В. А. Кузьмин ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т : Красноярск, 2015. Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,78 МБ). URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnyemeropriyatija/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. Загл. с экрана. С. 318–323.
8. Пушмина В. В., Пушмина И. Н., Карелина А. В. Формирование направлений оптимизации пищевой ценности функциональных продуктов на основании результатов социологического опроса // Региональный рынок в условиях кризиса [Электронный ресурс] : сб. материалов I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Сиб. федер. ун-т, Торг.-эконом. ин-т, 23 декабря 2016 г.); под общ. ред. Ю. Ю. Сусловой. Электрон. текст. дан. (pdf, 13,8 Мб). Красноярск : СФУ, 2017. С. 258–264. URL: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b65/free/i-709723861.pdf>.
9. Пушмина И. Н., Волкова А. А., Голозубова А. Ю. Социологический опрос как фактор обоснования актуальности коррекции рационов спортивного питания // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ [Электронный ресурс] : материалы IV Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (11–12 мая 2018 г.) / отв. за вып. Ю. Ю. Сулова. Электрон. дан. (9,1 Мб). Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. С. 478–481.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТУВИНСКИХ СЫРОВ

Ч.Г. Куулар*

Научный руководитель Л. М. Захарова
профессор

Кемеровский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрено влияние сезонности производства молока-сырья на физико-химические и технологические свойства молока, используемого при выработке тувинского сыра быштак.

Ключевые слова. Сыр быштак, молоко.

Каждый народ на нашей планете имеет свои традиции, обычаи, свою культуру питания, которые складывались на протяжении веков. У кого-то любимым продуктом стал твердокаменный курт, как в Казахстане, а у кого-то молоко превратилось в нежнейшее лабана, как в Израиле. Большинство народов Южной Сибири традиционно употребляли кисломолочные напитки.

К национальным тувинским молочным продуктам относятся кисломолочные напитки, такие как, хойтпак, итпек, кумыс-хымыс, тарак, божа. Популярным среди оленеводов являлся сыр быштак, приготовленный из оленьего молока. В настоящее время быштак вырабатывают в производственных условиях из коровьего молока.

Сыр быштак имеет высокую пищевую ценность, так как содержит высокое содержание жира и белка. Кроме того, Быштак богат незаменимыми аминокислотами [2].

Технологические особенности для выработки молочных продуктов, их органолептические характеристики и многие другие показатели определяют состав и свойства перерабатываемого молока. Особенно большое внимание уделяют составу и свойствам молока – при выработке сыров.

Качество сыра во многом определяется качеством сырья, направляемого на его производство. В свою очередь, качество сырья определяется физико-химическими, биохимическими, микробиологическими показателями и зависит от условий получения и первичной обработки. Известно, что состав и свойства молока изменяются в течение года. Поэтому технологи, стремясь получить продукцию высокого качества на протяжении всего года, вынуждены периодически перестраивать технологические режимы работы с молоком в соответствии с сезонными изменениями состава и свойств молока [1].

В связи вышесказанным поставлена цель: оценить и изучить качество тувинских сыров быштак, выработанных из коровьего молока в разные сезоны года.

* © Куулар Ч.Г., 2019

Для достижения цели поставлены задачи:

- изучить технологический процесс производства тувинских сыров быштак;
- провести органолептические и физико-химические показатели полученного продукта.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования являлись молоко, полученное в различные периоды года (осенне-зимний и весенне-летний), тувинский сыр быштак. Быштак – прессованный сыр из цельного молока.

В домашних условиях готовят его из кипяченого молока с добавлением простокваши. Мешочек с «заготовкой» кладут между двух досок, что придает сыру нужную форму. Сыр можно приготовить в течение одного дня. Различают два вида: прессованный сыр (кыскан быштак), а также удлинённый и высушенный на палке (шойген быштак), имеющий волокнистую структуру (рис. 1, 2).



Рис. 1. Внешний вид тувинского сыра. Быштак (прессованный сыр)



Рис. 2. Внешний вид тувинского сыра. Быштак (удлинённый сыр)

Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены данные, характеризующие средний химический состав молока по периодам года (ООО «Тывамолоко»).

Таблица 1

Физико-химические показатели молока-сырья

Показатель	Сезон года	
	Осеннее-зимний	Весеннее-летний
Массовая доля жира, %	3,8	3,6
Плотность, кг/м ³	1 028,4	1 028,0
Кислотность, °Т	18,0	17,0
Массовая доля белка, %	3,1	3,0
СОМО, %	8,31	8,3

Таким образом, по физико-химическим показателям молоко коровье, сдаваемое хозяйствами на ООО «Тывамолоко», является доброкачественным продуктом и соответствует требованиям нормативно-технических документов.

Результаты сравнительного анализа органолептических показателей тувинских сыров, приготовленных из молока в осенне-зимний и весенне-летний периоды, показаны в табл. 2.

Таблица 2

Органолептические показатели тувинских сыров, выработанных в различные сезоны года

Показатель	Тувинский сыр			
	Прессованный сыр		Удлиненный сыр	
	Осенне-зимнего сезона	Весенне-летнего сезона	Осенне-зимнего сезона	Весенне-летнего сезона
Консистенция	Мягкая, волокнистая	Мягкая, волокнистая	Плотная, нежная	Плотная, нежная
Цвет	Слабо-желтый, равномерный по всей массе	Молочный, кремовый	Белый с кремоватым оттенком	От белого до светло-желтого
Вкус и запах	Выраженный сырный, слегка кисловатый, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный, свойственный данному продукту	Сладковатый, с выраженным вкусом и запахом пастеризации	Кисловатый, с выраженным вкусом и запахом

По данным табл. 2 видно, что по органолептическим показателям, таким как вкус и запах, имеются незначительные отличия. Сыры осенне-зимнего периода отличались легким кисловатым привкусом, в отличие от сыров, выработанных в весенне-летний период. Цвет сыров, выработанных в весенне-летний

период, был более насыщенным. В то время как консистенция не отличалась: мягкая, волокнистая – в прессованном сыре, плотная, нежная – в удлиненном.

В табл. 3 приведены физико-химические показатели тувинских сыров.

Таблица 3

Физико-химические показатели тувинских сыров, выработанных в различные сезоны года

Показатель	Тувинский сыр			
	Удлиненный сыр		Прессованный сыр	
	Осенне-зимний период	Весенне-летний период	Осенне-зимний период	Весенне-летний период
Массовая доля жира в сухом веществе, %	46,6	45,1	46,9	42,0
Массовая доля влаги, %	55,0	51,0	54,5	52,2

По результатам исследований содержание жира в сырах, выработанных из молока в осенне-зимний период, больше на 1,5–2 %, чем у сыров, выработанных из молока в весенне-летний период. Это объясняется тем, что в летнем молоке жира на 0,2–0,3 % меньше, чем в зимнем. Изменения в составе молока в связи с сезоном года обуславливаются многими факторами: условиями кормления и содержания животных, температуры окружающего воздуха, синтезом витамина D в организме животного и его физиологическим состоянием.

Таким образом, эффективность производства тувинских сыров изменяется в течение года. Это, в первую очередь, связано с сезонными изменениями состава и свойств молока, которые влияют на качество получаемого продукта. Сезонные колебания в составе молока можно сгладить использованием при круглогодичном кормлении коров полноценных рационов. Кроме того, для повышения эффективности переработки молока необходима тщательная корректировка технологического процесса выработки сыра.

Список литературы

1. Тихомирова Н. А. Технология и организация производства молока и молочных продуктов. М. : ДеЛиПринт, 2007. С. 248–249, 257–258.
2. Блюда национальной тувинской кухни [Электронный ресурс]. URL: <http://www.maam.ru>.

ОНЛАЙН-ШКОЛА ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ОБУЧЕНИЯ

Д.И. Марченков, Н.В. Баев*

Научный руководитель И.Н. Пушмина
доктор технических наук

Сибирский федеральный университет

Информационный бизнес (далее – инфобизнес) зародился очень давно. Ещё древние шумеры, изобретя клинопись, могли передавать свои знания из поколения в поколение на глиняном носителе. С помощью этого процесс обучения новых людей становился проще. Жители Вавилона вкладывали в совершенствование своего народа.

Прошли многие годы. XV в. – бум в сфере создания и передачи информации – породил революцию и в других сферах общества. На смену рукописным книгам, требовавшим много времени и сил на их создание, пришли книги печатные, изготавливавшиеся на специальных станках [1].

Бизнес на информации основательно вошёл в жизнь людей в XVII–XVIII вв., когда купцы, ремесленники и государственные служащие активно передавали свой опыт в книгах, очерках и мемуарах, которые стали обиходным продуктом духовного труда.

Далее технологии совершенствуются всё быстрее и стремительней. XIX в. – промышленный прогресс идёт полным ходом: создаётся радио, фотоаппарат, кинематограф и многое другое [1].

И апофеоз эволюции информации – конец XX – начало XXI в.: создаётся глобальная сеть информации, посредством которой люди могут свободно обмениваться знаниями. Свободный обмен знаниями посредством глобальной информационной сети дает возможность практически абсолютно каждому человеку поделиться какой-либо информацией, и даже создать на ней небольшой коммерческий проект, не обладая при этом специальными навыками в области бизнеса.

Целью работы является разработка варианта создания инфобизнеса на примере коммерческого проекта «Онлайн-школа здорового питания».

Исходя из поставленной цели работы, определенный интерес представляло выявить спрос аудитории из числа студенческой молодежи на услуги информационного образования. Так, статистический социологический опрос 40 человек, являющихся пользователями сети Интернет, в возрасте от 18 до 35 лет из числа студентов очной и заочной форм обучения ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», показал, что большинство опрошенных не пользовалось услугами информационного образования, однако респонденты выразили

* © Марченков Д.И., Баев Н.В., 2019

желание и готовность воспользоваться указанной формой получения знаний (рис. 1).

Опрос по поводу заинтересованности тех же респондентов в правильном питании показал, что мнения тех, кто готов, и тех, кто пока не готов платить за такое обучение, разделились в соотношении 7 : 3. Респондентов, незаинтересованных в информационном образовании, вообще не оказалось (рис. 2).



Рис. 1. Выявление спроса на услуги информационного образования

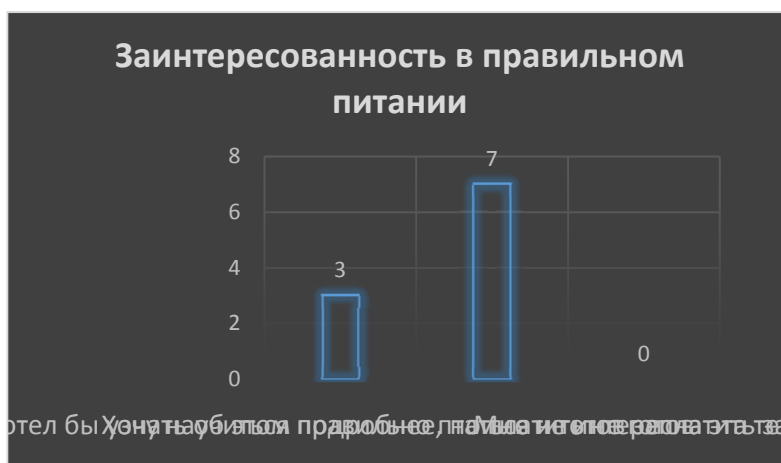


Рис. 2. Выявление спроса на образовательные услуги в области здорового питания

В итоге получилось, что есть рынок, на котором достаточно много потенциальных клиентов – потребителей инфопродукта, желающих его приобрести, если поступит соответствующее предложение.

Перейдём непосредственно к инфобизнесу и перенесёмся в нишу здорового питания. Ниша – это группа людей, объединенная по какому-либо признаку [2]. «Чтобы продлить жизнь, сократи рацион», – сказал Бенджамин Франклин. Согласиться с великим политиком и изобретателем можно, однако только в том случае, когда знаешь, что нужно включить в свой рацион, а что следует убрать из него навсегда. Питание, как источник энергии, необходимой нашему организму для обеспечения жизнедеятельности, всегда было и остаётся одной из самых важных областей интереса учёных. Еда может принести пользу или

нанести вред организму. Осознанное изучение полезности и ценности продуктов должно быть одним из основных, фундаментальных пунктов в образовательной деятельности каждого человека.

Здоровая пища – фундамент для поддержания здоровья и основа жизнедеятельности современного человека [3]. Однако в условиях рынка не составляет труда запутаться во всем многообразии товаров и купить пищевой продукт, в лучшем случае не причиняющий серьезного вреда здоровью, лишь при длительном употреблении способствующим развитию алиментарно зависимых заболеваний, в худшем – способном спровоцировать развитие острых болезненных состояний.

Возникновение более 200 болезней, в том числе диабета, рака, сердечно-сосудистых заболеваний напрямую связано с едой [3, 4].

Как мы знаем, в пище, кроме витаминов, минералов, белков, пуринов (которые, кстати, нужно употреблять, соблюдая дозировку) существуют нитраты и нитриты, образующиеся при поступлении азотных удобрений в почву [5].

Отдельный урок в нашей школе будет посвящён недооценке химических удобрений и переоценке негативного влияния генно-модифицированных продуктов, также будет урок, посвящённый холестерину, и тому, почему его присутствия в подсолнечном масле не стоит опасаться. Позже поговорим о том, сколько раз и как много пищи в день рекомендуется съесть, насколько вредна еда быстрого приготовления, насколько оправдан приём БАДов в той или иной ситуации. Поговорим о влиянии на наш организм гормонов стресса: адреналина, норадреналина, кортизола. Ведь стресс, по данным Американского центра контроля заболеваний, источник некоторых хронических болезней и нарушений адекватного пищевого поведения [6].

Расскажем о том, как уменьшить их выброс в кровь с помощью определённой пищи. Будем говорить о действительно важных вещах, о мифах и правде, о полезном и категорически нежелательном к употреблению.

600 миллионов человек – почти каждый десятый человек в мире – заболевают после употребления загрязнённых пищевых продуктов [7, 8].

Конечно, сразу мгновенно, серьезного вреда организму нанесено не будет, но на метаболизм, утомляемость, красоту наших волос, ногтей и зубов еда повлияет самым непосредственным образом [3, 4, 7].

Задействовав все поисковые системы, мы нашли все возможные школы и курсы по здоровому питанию и сделали следующие выводы:

- на рынке есть не более пяти школ по здоровому питанию, находящихся в верхушке рейтинга, что, по сравнению с другими нишами, является весьма малоконкурентным направлением;

- обычных курсов по этой теме больше, однако, их тоже разительно меньше в сравнении, например, с тематическими курсами изучения иностранных языков, получения заработка или эзотерического знания.

Поэтому вполне можно развить и реализовать идею бизнес-проекта «Онлайн-школа здорового питания» как перспективного направления в сфере ин-

формационного предпринимательства и широкого распространения знаний о здоровом питании среди населения.

Пошаговый алгоритм реализации бизнес-проекта «Онлайн-школа здорового питания» представлен ниже.

Первый шаг. Подготовка теоретической информации по курсу инфошколы для содержательного наполнения информационного продукта.

Второй шаг. Подготовка макета информационного продукта, так сказать, «упаковывание» теоретической информации в требуемый формат, например, в формат книги или видеоформат (рис. 3).



Рис. 3. Макет инфопродукта

Третий шаг. Создание площадки, на которой предполагается размещение инфошколы, например, создание сайта (рис. 4). Следует отметить, что можно эту работу заказать у программиста. Однако, конструируя сайт сами, мы сэкономим и сможем сделать площадку, максимально передающую собственный авторский замысел, и, кроме того, современные технологии позволяют всё сделать быстро и не слишком сложно технически.



Рис. 4. Макет сайта инфошколы

Четвертый шаг (заключительный). Размещение рекламы созданной инфошколы в поисковой системе Яндекс (рис. 5).

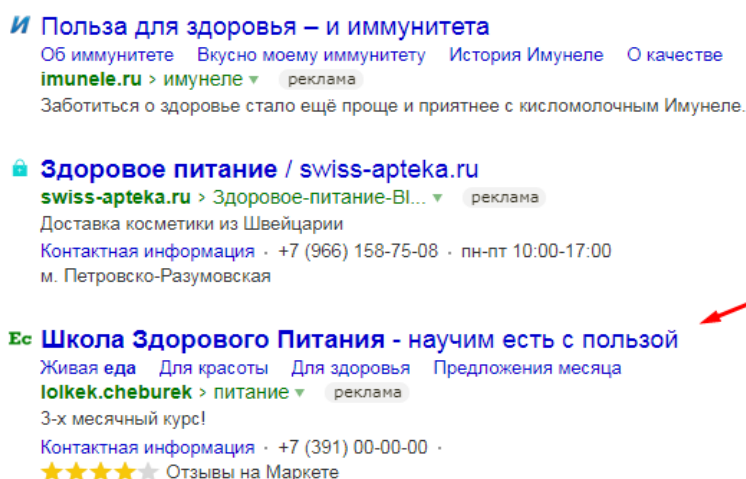


Рис. 5. Размещение рекламы инфошколы в поисковой системе Яндекс

Список литературы

1. Нагаева Г. Памятка по всеобщей истории. Ростов-на-Дону : Феникс, 2016. 93 с.
2. Курилов Ю. Инфобизнес. Первые шаги 2.0. Екатеринбург : Издательские решения, 2018. 142 с.
3. Зименкова Ф. Н. Питание и здоровье : учеб. пособие для студентов по спецкурсу «Питание и здоровье». М. : Прометей, 2016. 168 с.
4. Влияние продуктов питания на здоровье человека [Электронный ресурс]. URL: https://medaboutme.ru/obraz-zhizni/publikacii/stati/pitanie_i_diety/vliyanie_produktoy_pitaniya_na_zdorove_cheloveka.
5. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mnr.gov.ru>.
6. Шоджай П. Городской монах. Практический курс осознанности для занятых людей книга. М. : Эксмо, 2018. 477 с.
7. ВОЗ // Безопасность продуктов питания [Электронный ресурс]. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/ru>.
8. Министерство здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosminzdrav.ru>.

ПИТАНИЕ В СПОРТЕ И ФИТНЕСЕ

Д.В. Сиромский¹, Е.Ю. Голуб², А.Х. Альтувайни^{2*}

Научный руководитель М.Д. Кудрявцев^{1,2}

доктор педагогических наук, доцент

Научный руководитель Н.В. Люлина²

доцент

¹Сибирский государственный университет науки и технологий

имени академика М. Ф. Решетнева

²Сибирский федеральный университет

Введение. В настоящее время становится всё больше людей, занимающихся активно спортом. Люди стали ходить в тренажёрные залы, заниматься дома самостоятельно. Это становится своеобразным «модным» направлением в жизни общества. Подтянутое здоровое тело, активный образ жизни, желание быть лучше и сильнее – это цели, которые стали появляться в мыслях многих людей. Их диктует нам современное общество. Многие считают, что можно всего добиться, просто приходя на тренировку и занимаясь несколько раз в неделю. Впрочем, спустя какое-то время результата нет. В первую очередь это связано с неправильным питанием. Ведь залог успеха более чем на 50 % связан с правильным спортивным питанием [1].

Результаты исследования

Спортивное питание – это особая группа пищевых продуктов, выпускающаяся преимущественно для людей, ведущих активный образ жизни, занимающихся спортом и фитнесом. Прием спортивного питания направлен, в первую очередь, на улучшение спортивных результатов, повышение сил и выносливости, укрепление здоровья, достижение оптимальной массы тела и в целом на увеличение качества и продолжительности жизни [2].

О витаминах и минеральных веществах известно почти всем. Это элементы, необходимые для поддержания жизнедеятельности. В продуктах питания содержатся витамины и минералы, но при неправильной кулинарной обработке витамины разрушаются, а минералы могут образовать нерастворимые соединения и не усвоиться организмом. Кроме того, для бодибилдеров и других спортсменов необходимость в витаминах и минералах диктуется также высокой степенью метаболизма организма.

Спортивные добавки

Аминокислоты – составная часть белка. Всего в различных продуктах питания, таких как мясо и молочные продукты, содержится 19 видов аминокислот. Жизненно важных для нашего организма всего 9. **ВСАА** – аминокислоты с разветвленными цепочками, они содержат 3 из 9 необходимых для роста мышц

* © Сиромский Д.В., Голуб Е.Ю., Альтувайни А.Х., 2019

и ускорения метаболизма. Эти аминокислоты зачастую входят в состав протеиновых смесей и рекомендуются к употреблению людям, не принимающим протеиновые смеси.

Гейнер – протеин с добавлением углеводов для быстрого усвоения организмом. Для экономии лучше покупать изолят и смешивать с соком или другим сахаросодержащим продуктом.

Креатин – часть белка, способствующая накоплению воды и питательных веществ в самой мышце. При постоянном употреблении способствует визуальному увеличению мышцы.

Жиросжигатели – комплексные добавки для уменьшения количества подкожного жира в организме. Чаще всего содержат кофеин для стимуляции, диуретики (мочегонное), а также различные вещества, способствующие снижению аппетита. Следует употреблять с осторожностью – добавка с большим содержанием магния, цинка и витамина В6. По словам производителей, способствует повышению уровня тестостерона в организме, что ведет к росту мышц, но для экономии лучше покупать отдельно в аптеке цинк и магний.

Виды спортивных добавок и их эффективность

Вид добавок	Рост мышц	Развитие выносливости	Развитие силы	Снижение веса	Работа на рельеф
Протеин	+++	++	++	+++	+++
Гейнер	+++	++	++	–	+/-
Аминокислоты	++	++	+	++	++
Жиросжигатели	–	+	–	+++	++
Креатин	+++	–	+++	–	+/-
Витамины и минералы	+++	+	+	+++	++

С целью изучения отношения студентов Торгово-экономического института СФУ к спортивному питанию нами была составлена анкета и проведено анкетирование первокурсников. В опросе приняли участие 80 человека. Из них 54 юношей и 26 девушек, возраст от 17 до 22 лет.

Рассмотрим результаты исследования. На вопрос «Занимаетесь ли Вы спортом/фитнесом?».

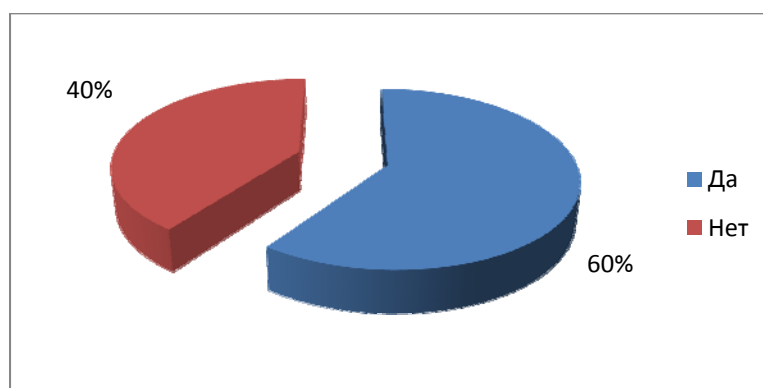


Рис. 1. Занимаетесь ли Вы спортом/фитнесом?

В вопросе «Занимаетесь ли Вы спортом/фитнесом?» студенты разделились практически поровну: 60 % – увлекаются различными видами спорта, ходят на тренировки, 40 % – не занимаются спортом. Кроме того, тем студентам, которые занимаются спортом, предлагалось конкретизировать каким именно видами спортом они увлекаются. Самыми популярными среди студентов ТЭИ СФУ оказались такие виды спорта, как баскетбол, волейбол и бег. Также студенты посещают тренажерные залы, занимаются фитнесом и аэробикой. Несколько студентов отметили, что они являются тренерами и готовят спортсменов к различным соревнованиям. Примечательно, что многие опрошенные студенты занимаются несколькими видами спорта одновременно. На вопрос «Как часто Вы употребляете спортивное питание?»

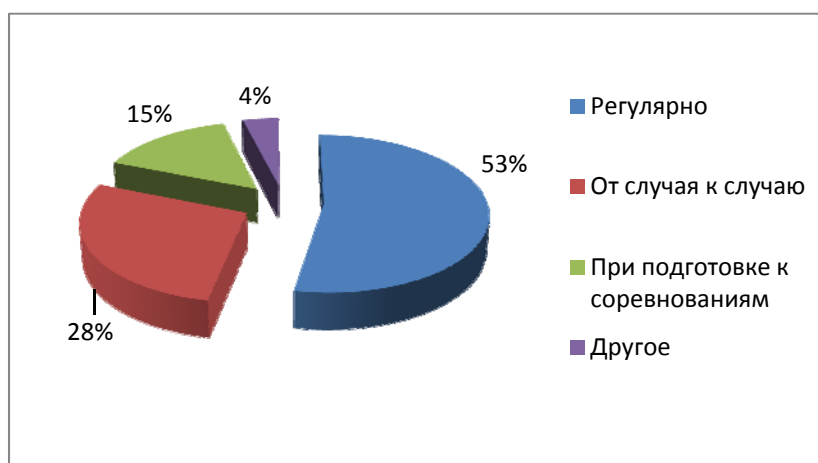


Рис. 2. Завтракаете ли Вы утром?

Большее половины опрошенных студентов отметили, что регулярно употребляют спортивное питание – 53 %. Под нерегулярным подразумевается редкое потребление, либо от случая к случаю, либо в период подготовки к соревнованиям – так ответили 28 и 15 % соответственно. Также, 4 % студентов предложили свои варианты ответов.

Заключение. По итогам нашего исследования, можно сделать вывод, что для занятия активными видами спорта, в частности фитнесом, нужно соблю-

дать правила спортивного питания. Именно оно является первым пунктом плана по достижению высоких спортивных задач. В профессиональном же спорте помимо правильного питания необходим приём различных натуральных спортивных добавок. Без них организму будет очень трудно справляться с большими физическими нагрузками, а результаты будут расти медленно. При помощи грамотного выбора спортивного питания спортсмен может приблизить желаемый эффект от занятий спортом за самые короткие сроки, при этом данные вещества не влияют негативно на здоровье человека, а, наоборот, поддерживают нормальную жизнедеятельность организма [4].

Список литературы

1. Вся правда о спортивном питании [Электронный ресурс]. URL: <http://www.slenderclub.ru/page/sports-nutrition> (дата обращения: 02.10.2016).
2. Спортивное питание [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Спортивное_питание (дата обращения 02.10.2016).
3. Спортивное питание [Электронный ресурс]. URL: http://sportwiki.to/Спортивное_питание (дата обращения 01.10.2016).
4. Обзор российского рынка спортивных товаров [Электронный ресурс]. URL: <http://wiki-work.ru/obzory-rynkov/obzor-rossijskogo-rynka-sportivnykh-to> (дата обращения: 16.10.2015).
5. Пушмина И. Н. Тенденции натуральности – приоритетные направления создания лечебно-профилактических напитков // Пиво и напитки. 2009. № 4. С. 28–29.
6. Пушмина И. Н., Кудрявцев М. Д., Пушмина В. В. и др. Формирование ассортиментной концепции спортивных фитонапитков на основании результатов социологического опроса // Человек. Спорт. Медицина. 2018. Т. 18. № 3. С. 77–89
7. Пушмина И. Н., Пушмина В. В. Анализ фактического питания и разработка концепции оптимизации питания студентов с использованием функциональных ингредиентов // Восток–Россия–Запад. Здоровьеформирующие факторы и качество жизни людей разного возраста в XXI веке : материалы XVIII традиц. междунар. симп., проводимого в рамках междунар. науч.-образоват. форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития» (Красноярский государственный педагогический университет имени В. П. Астафьева), г. Красноярск, Россия) (16–19 октября 2015 г., Красноярск) / отв. за вып. Л. Г. Климацкая, В. А. Кузьмин ; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т : Красноярск, 2015. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 4,78 МБ). URL: <http://www.sibsau.ru/index.php/nauka-i-innovatsii/nauchnyemeropriyatija/materialy-nauchnykh-meropriyatij>. С. 318–323.
8. Пушмина В. В., Пушмина И. Н., Карелина А. В. Формирование направлений оптимизации пищевой ценности функциональных продуктов на основании результатов социологического опроса // Региональный рынок в условиях кризиса [Электронный ресурс] : сб. материалов I Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Сиб. федер. ун-т, Торг.-эконом. ин-т, 23 декабря 2016 г.);

под общ. ред. Ю. Ю. Суловой. Электрон. текст. дан. (pdf, 13,8 Мб). Красноярск : СФУ, 2017. С. 258–264. URL: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b65/free/i-709723861.pdf>.

9. Пушмина И. Н., Волкова А. А., Голозубова А. Ю. Социологический опрос как фактор обоснования актуальности коррекции рационов спортивного питания // Проблемы развития рынка товаров и услуг: перспективы и возможности субъектов РФ [Электронный ресурс] : материалы IV Всеросс. с междунар. участием науч.-практ. конф. (11–12 мая 2018 г.) /отв. за вып. Ю. Ю. Сулова. Электрон. дан. (9,1 Мб). Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. 718 с. С. 478-481.

**Подготовка
и переработка нефти и газа.
Экология
и промышленная безопасность**

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ПАКЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ*

Д.В. Агровиченко[†]

Научный руководитель Р.А. Ваганов
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В связи с тем, что значительная часть месторождений России эксплуатируется более 20 лет, добывающие предприятия сталкиваются с постоянно увеличивающейся обводненностью добываемой продукции.

Для решения проблемы ликвидации негерметичности эксплуатационных колонн (ЛНЭК) нефтегазовых скважин используется широкий перечень материалов и технологий, базирующихся на применении тампонажных составов и технических средств.

В работе [3] показано, что в среднем эффективность применения тампонажных методов составляет 70–80 %. Для этого метода имеется ряд ограничений, связанных с глубиной скважины, протяженностью и количеством нарушений эксплуатационной колонны.

Для решения задачи ликвидации негерметичности обсадной колонны разработано большое количество технических решений, таких как пакеры (в т. ч. двухпакерные и многопакерные компоновки), металлические пластыри, профильные перекрыватели, а также использование стальных колонн – «летучек». Каждый из вариантов находит применение в конкретных эксплуатационных условиях. Показано, что использование пакеров для ЛНЭК является конкурентоспособным по технико-экономическим показателям.

Разработка новых конструкций пакеров требует проведения промышленных испытаний, зачастую дорогостоящих. В случае неуспешности проведенных мероприятий по ликвидации негерметичности, финансовые потери эксплуатирующей скважину организации будут весьма велики.

По этой причине ведется разработка испытательного стенда, который позволит выполнять тестирования конструкций различных пакерных систем непосредственно на месте изготовления. Стенд должен создавать или имитировать реальные условия, в которых происходит работа максимально возможных для изучения и исследований пакерных систем.

При подборе конструкции стенда был выполнен патентный поиск, в котором было установлено крайне ограниченное количество возможных прототипов [4–6]. Большая часть стендов для испытаний пакеров содержат такие элементы, как имитатор обсадной и лифтовой колонн, гидростанцию для создания осевой

* Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», мероприятие 1.3 Уникальный идентификатор работ (проекта) RFMEFI57817X0236.

[†] © Агровиченко Д.В., 2019

нагрузки на пакер штоком гидроцилиндра, насосную установку для подачи и отвода воды/нефти/рабочей среды в надпакерную зону и подпакерную зону, а также через полый имитатор лифтовой колонны во внутреннюю полость пакера. Имитатор обсадной колонны устанавливается горизонтально.

Основными недостатками рассмотренных полезных моделей являются:

- низкий уровень автоматизации регулирования и съема показателей при испытании;
- узкая специализация (например, стенд для испытания надувного элемента пакера, для испытаний набухающих пакеров и т. п.).

Поэтому при разработке руководствовались принципами обеспечения максимальной универсальности по возможности испытания различных конструкций пакерных системы и/или их элементов (верхний, нижних герметизирующий узлы, надувные элементы и пр.) и обеспечения максимальной автоматизации.

Принципиальная конструкция разрабатываемого испытательного стенда представлена на рисунке.

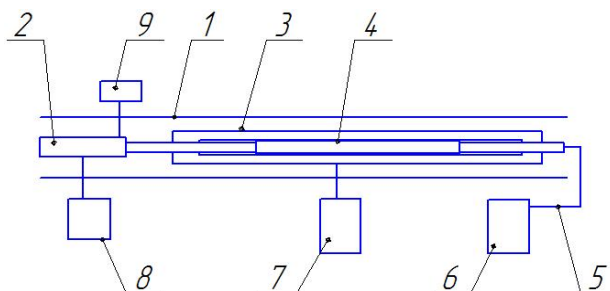


Рис. Принципиальная схема стенда: 1 – рама стенда; 2 – гидроцилиндр; 3 – имитатор обсадной колонны; 4 – АТПС; 5 – вспомогательный трубопровод; 6, 7 – поршневой насос; 8 – гидростанция; 9 – станция управления

Стенд состоит из рамы 1, гидроцилиндра 2, имитатора обсадной колонны 3, поршневых насосов 6, 7, гидростанции 8. Испытуемый пакер 2 кран-балкой устанавливается в имитатор обсадной колонны. При помощи станции управления 9 регистрируются и выводятся на пульт управления следующие параметры:

- температура рабочей среды;
- давление рабочей среды в трубе;
- усилие на трубу НКТ и систему.

Испытуемый пакер/элемент пакера соединяют со штоком гидроцилиндра. Заполняют полость пакера рабочей жидкостью. Полость пакера посредством рукава РВД соединяют с ручным насосом. Насосом из емкости (на схеме не показана) по системе вспомогательных трубопроводов в систему подается жидкость при температуре 20–60 °С. Гидроцилиндром создается осевое усилие (6–8 т) для обеспечения герметичности кольцевого пространства в имитаторе обсадной колонны, насосом создают давление в кольцевом пространстве до 35 МПа, и выдерживают не менее 30 минут. Образец считается выдержавшим испыта-

ние при отсутствии срывов, повреждений и деформаций образцов в процессе испытаний (визуальный и инструментальный контроль).

Таким образом, разрабатываемый стенд для тестирования пакерного оборудования позволит обеспечить возможность проведения тестирования его конструкции в условиях параметрической симуляции процесса герметизации интервала негерметичности эксплуатационной колонны. Использование стенда при разработке новых конструкций пакерных систем позволит минимизировать расходы на промысловые испытания организаций-разработчиков и добывающих компаний.

Список литературы

1. Ревнивых А. В. Систематизация и обработка промысловых данных для организации ремонтно-изоляционных работ на скважинах : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тюмень, 2006.
2. Хадиев Д. Н. Технология диагностики и ликвидации межколонных газопроявлений в скважинах Уренгойского месторождения : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2002.
3. Тикунков В. А., Мухутдинов И. А., Соловьев Ю. С. Опыт ликвидации негерметичности эксплуатационных колонн в ПАО «Оренбургнефть» // Инженерная практика. 2016. № 8. С. 40–44.
4. Стенд для ускоренных испытаний термостойких водонабухающих пакеров // Патент РФ № 182432, Заявка № 2018108769, 15.05.2018.
5. Стенд для испытаний гидромеханических пакеров двустороннего действия // Патент РФ № 2638046, Заявка № 2016138488, 28.09.2016.
6. Стенд для испытания резинового надувного элемента пакера // Патент РФ № 2545203, Заявка № 2014104005/03, 05.02.2014.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНО-ВИХРЕВОГО АППАРАТА ДЛЯ ДЕГАЗАЦИИ НЕФТИ

С.К. Апресян*

Научный руководитель Е.А. Соловьев
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

За последние десятилетия в России резко возросло количество добываемой высокосернистой нефти. Вместе с этим повысились экологические требования к качеству нефти и нефтепродуктов. С 2002 г. в России обязательно выполнение условий стандарта [1], ограничивающего содержание сероводорода и легких меркаптанов в товарной нефти. Согласно этому стандарту массовая доля сероводорода для первого и второго вида нефти должна составлять не более 20 и 100 ppm соответственно.

Существуют различные физические и химические методы очистки нефти от сероводорода. Применение химических методов приводит к ухудшению качества нефти, поскольку продукты реакции частично или полностью попадают в товарную нефть [2–4]. Кроме того, постоянная потребность в реагентах значительно увеличивает эксплуатационные расходы на очистку нефти. При использовании физических методов сероводород переводится в газообразное состояние вместе с другими легкими фракциями углеводородов, что позволяет совместить процесс очистки нефти от сероводорода со стабилизацией, ориентированной на получение нефти с заданным давлением насыщенных паров. Ввиду выше сказанного, предпочтительна физическая очистка нефти от сероводорода путем удаления этого коррозионно-активного и опасного для человека и окружающей среды компонента с последующей его утилизацией.

На сегодняшний день в нефтяной промышленности применяются несколько технологий очистки нефти от сероводорода, основанных на физическом воздействии и соответствующего оборудования [5–7]. При этом традиционные технологии основаны, как правило, на применении громоздких колонных аппаратов, которые работают недостаточно эффективно и характеризуются высокими удельными затратами на изготовление и обслуживание. Поэтому актуальной проблемой является разработка новых высокоэффективных и низкозатратных технологий очистки нефти от сероводорода.

В данной работе было выполнено исследование современных промышленных и нетрадиционных технологических процессов и аппаратов для очистки нефти от сероводорода. В ходе исследования было выявлено, что наиболее перспективным для создания новой высокоэффективной технологии очистки нефти от сероводорода, позволяющей достигать 20 ppm и менее, является разработка конструкции центробежно-вихревых аппаратов.

* © Апресян С.К., 2019

На рисунке представлена конструкция разработанного аппарата. Разрабатываемый аппарат работает следующим образом. Исходная нефть, содержащая сероводород, поступает в рабочий цилиндр 3 через тангенциальный патрубок 4. За счет тангенциального подвода нефть приобретает вращательное движение внутри обечайки 3, при этом возникают значительные центробежные силы, которые во много раз превышают силу тяжести. Согласно закону сохранения момента количества движения при уменьшении радиуса закрутки давление нефти падает, а скорость ее вращения увеличивается. Наивысшей скорости движения и наиболее низкого давления вращающаяся нефть достигает на границе раздела сред. Пузырьки газа с наивысшей скоростью вырываются из нефти и стремятся в зону наиболее низкого давления, к центру рабочего цилиндра. Затем газовая фаза, выделяющаяся на всем этапе дегазации (по всей длине рабочего цилиндра), движется во внутреннем спиральном потоке и отводится из аппарата через газоотвод 7. Регулированием глубины погружения H газоотвода 7 достигаются максимальные значения стабилизации потока нефти внутри рабочего цилиндра и эффективности разделения нефти и сероводорода. Движение нефти винтовое сверху вниз. В нижней части рабочего цилиндра 3 нефть проходит через круглые отверстия 6, предназначенные для диспергирования и дополнительного повышения эффективности отделения сероводорода. Толщину вращающегося слоя нефти определяет ширина кольца шайбы 5. Большая часть нефти проходит через отверстия 6, а оставшаяся часть через кромку шайбы 5. Нефть дробится на струи и продолжает свое движение по стенкам цилиндрического корпуса 1, а затем удаляется из аппарата через патрубок отвода очищенной нефти 2. Диспергирование нефти через отверстия 6 обеспечивает дополнительную очистку нефти от сероводорода, отделившийся газ выбрасывается через газоотвод 7.

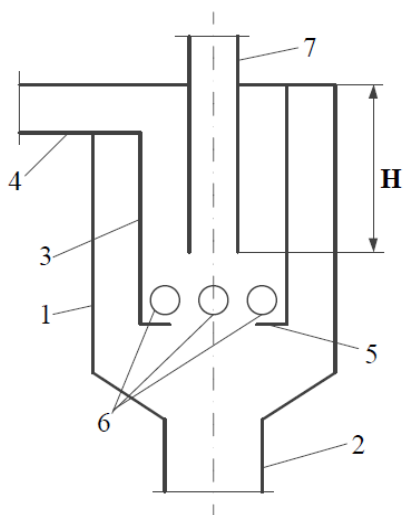


Рис. Принципиальная схема аппарата: 1 – цилиндрический корпус; 2 – патрубок отвода очищенной нефти; 3 – рабочий цилиндр; 4 – тангенциальный патрубок подвода нефти; 5 – кольцевая шайба; 6 – круглые отверстия; 7 – газоотвод

Предлагаемый аппарат имеет следующие преимущества по сравнению с традиционными промышленными аппаратами:

- высокая эффективность в процессе тонкой очистки нефти от сероводорода;
- простая конструкция;
- высокая надёжность;
- низкая материалоемкость;
- низкая себестоимость изготовления аппарата;
- низкие эксплуатационные затраты.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2006. 12 с.
2. Жеребцов В. Ф. Установка очистки от сероводорода, компримирования и осушки от влаги нефтяного газа // Техническая разработка ЗАО «ИНТЕХ».
3. Пат. RU № 2 418 035 С2 Российская Федерация. Способ очистки нефти и газоконденсата от сероводорода и меркаптанов / У. М. Джемилев, Р. М. Саматов, Р.Р. Саматов, А.Х. Шарипов, Г.Р. Гадыргулова; заявл.:17.03.2008; опубл. : 27.09.2009. 7 с.
4. Пат. RU № 2 466 175 С2 Российская Федерация. Нейтрализатор сероводорода и способ его использования / А. М. Фахриев, Р. А. Фахриев; заявл.: 06.08.2008; опубл.: 10.11.2012. 9 с.
5. Сахабутдинов Р. З. [и др.] Технологии очистки нефти от сероводорода // Нефть. Хоз-во. 2008. – № 7. – с.82-85.
6. Латыпов Д.Н. Основные проблемы и пути решения комплексной очистки газовых выбросов больших объемов // Вестник Казанского национального исследовательского технологического университета. 2011. № 8. С. 340–344.
7. Пат. RU № 2 363 514 С1 Российская Федерация. Десорбер очистки нефти от вредных газов / Б. А. Зимин, Н. Г. Маликов; заявл.: 26.11.2007; опубл.: 10.08.2009. 10 с.

АКТИВНЫЕ МЕТОДЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВИБРАЦИЙ ЗАБОЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИНСТРУМЕНТА

В.В. Богачев*

Научный руководитель Э.А. Петровский
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Многофакторный процесс бурения нефтяных и газовых скважин сопровождается возникновением различного рода колебаний вследствие взаимодействий бурильного инструмента (долота) с горной породой. Явление колебаний оказывают значительное воздействие на технико-экономические аспекты бурения в целом. Динамическая устойчивость работы бурильной колонны определяет механическую скорость углубления скважины, качество проводки ствола и ресурс долота. Вибрация, в свою очередь, оказывает пагубное влияние на оборудование бурильной колонны, приводя к износу, а также к нарушению устойчивости работы. Исследование методов управления и гашения вибраций, обеспечивающих устойчивость работы бурильной колонны для повышения эффективности бурения, а также повышающих надежность бурового оборудования, представляется весьма актуальной задачей.

Для обеспечения устойчивого режима работы бурильной колонны и, соответственно, долота в процессе бурения скважины применяются различные системы его регулирования. Согласно теории управления методы гашения вибраций можно разделить на три группы: пассивное управление, активное управление и полуавтоматическое управление.

Активные методы гашения колебаний основаны на применении равной силы и противоположной по направлению к силам, создаваемым внешними вибрациями. По рекомендациям ведущих буровых компании наиболее эффективным способом устранения всех видов колебаний является изменение нагрузки на долото и скорости вращения бурильной колонны, то есть изменение параметров бурения в определенном диапазоне значений для каждого вида вибрации [1]. Данный вид регулирования соответствует активным системам с обратной связью с разомкнутым контуром. Данные системы подразумевают использование специальных устройств регистрации, измерения, передачи и управления колебаний.

Существует несколько типичных датчиков измерения вибрации. Общий вид данных датчиков показан на рисунке. Они представляют собой конструкции для измерения вибраций долота и бурильной колонны. Параметрами измерения служат осевая нагрузка на долото, крутящий момент долоте, напряжение изгиба, частота вращения, ускорение, давление в затрубном пространстве, давление бурового раствора, падение давления бурового долота и температура. Измерительная система состоит из четырех частей: скважинных датчиков (дат-

* © Богачев В.В., 2019

чиков скорости и датчика ускорения), системы сбора данных, подземного хранения, интерпретации и наземной системы обработки данных. Датчик может быть установлен на устье скважины, бурильной трубе и долоте (или одновременно могут быть установлены несколько датчиков) [2].

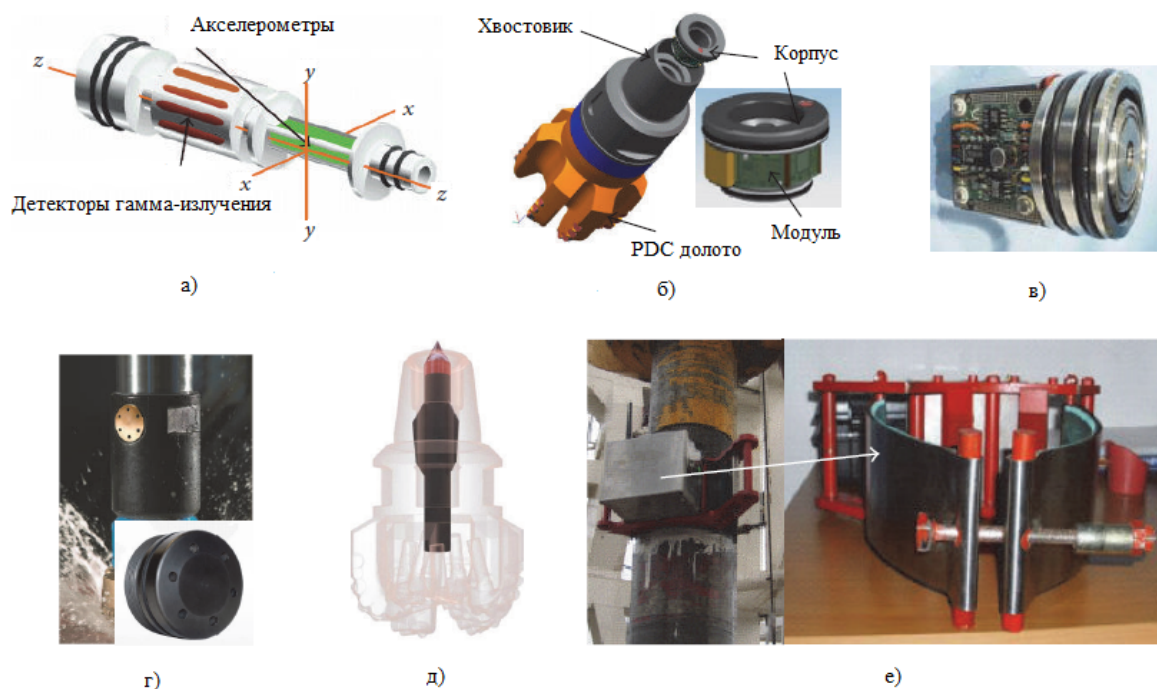


Рис. Современные конструкции датчиков измерения вибраций бурильного инструмента: а) датчик с трехосными акселерометрами; б) динамический датчик; в) датчик давления в кольцевом пространстве; г) скважинный измерительный прибор; д) динамический скважинный регистратор; е) датчик измерения поверхностной вибрации

Современные системы управления в бурении являются одними из самых перспективных и малоисследованных направлений. Существующие методы регулирования как бурением в целом, так и явлением вибрации в частности имеют ограниченный диапазон регулирования, невысокую эффективность и сложность реализации. В свою очередь, системы, содержащие в себе принципы активного управления, представляют наибольший интерес. Они обладают высокой надежностью при относительной простоте исполнения. Эти обстоятельства определяют перспективы исследования данных систем в контексте гашения вибраций бурильного инструмента.

Список литературы

1. Бадретдинов Т. В., Ямалиев В. У. Анализ колебаний бурильной колонны и применения демпфирующих устройств // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. Уфа, 2016. № 6. С. 5–22.
2. Dong G., Chen P. A Review of the Evaluation, Control, and Application Technologies for Drill String Vibrations and Shocks in Oil and Gas Well. Shock and Vibration, vol. 2016, Article ID 7418635, 34 p.

ДЕЭМУЛЬГИРОВАНИЕ НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ

М.О. Борисов*

Научный руководитель А.Э. Соколов
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Вода и нефть имеют разные плотности и теоретически они должны со временем разделяться на слои, но некоторая часть нефти все же остается в воде в виде эмульсии и представляет собой глобулы (капли одной жидкости внутри другой). Именно такая эмульсия присутствует в воде, которая выкачивается из скважин с добываемой нефтью. Такая эмульсия образуется из-за использования различных поверхностно-активных веществ, усиливающих эффективность добычи углеводородов, а также большого давления. Разделение данной эмульсии представляет собой технологически сложную задачу. Современные методы позволяют деэмульгировать большую часть эмульсии, но последние 5 % остаются большой проблемой

Деэмульгирование существующими методами не отличается эффективностью, допустим химический способ очистки посредством вступления в реакцию с нефтью или нефтепродуктами может создать иные загрязняющие среду соединения. Проведение деэмульгирования с помощью магнитных наночастиц не несет никого вреда окружающей среде, а использование модификации их поверхности различными лигандами, позволяет многократно увеличить степень очистки воды вплоть до 99 %. Изменение покрытия наночастиц позволяет изменять время релаксации, магнитный момент, степень очистки и другие свойства. Другая важная особенность магнитной деэмульгации – это возможность восстановления наночастиц и использования их в повторной очистке (не менее 5 циклов).

Асфальтены, которые содержатся в составе нефти, образуют на границе нефть – вода асфальтеновые оболочки и отличаются повышенной адсорбирующей способностью ферромагнитных наночастиц. Следовательно, магнитные наночастицы прилипают к молекулам асфальтенов в эмульсии, и этим обуславливается возможность выведения их из состава эмульсии с помощью внешнего магнитного поля. Покрытие наночастиц различными лигандами, имеющими положительный заряд, позволяет им более эффективно адсорбировать асфальтены которые имеют отрицательный заряд.

В работе [2] было теоретически показано, что у частиц диаметром меньше 6 нм магнитный момент становится невелик, а наночастица слабо реагирует на внешнее неоднородное магнитное поле, поэтому такие частицы не представляют дальнейшего интереса для изучения. Максимально эффективный состав суспензии достигается с использованием наночастиц с размером, варьирую-

* © Борисов М.О., 2019

щимся в диапазоне 6–24 нм, при котором они не коагулируют и, как следствие, будут подходить для многократного использования.

Тепловое равновесие достигается практически мгновенно у наночастиц диаметром до 24 нм (табл. 1), следовательно, они демонстрируют суперпарамагнитные свойства, поэтому наиболее подходящий размер наночастиц для магнетита варьируется в диапазоне 6–24 нм.

Таблица 1

Зависимость времени релаксации от размера наночастицы [2]

Размер наночастицы (нм)	23	24	25	26	27
Время релаксации (с)	0,0054	0,0509	0,5850	8.3149	146.116

В данной работе магнитные наночастицы получались методом лазерной абляции, при облучении объёмного образца лазером Nd:YAG при $\lambda = 1064 \text{ nm}$, с дальнейшей стабилизацией поверхности наночастиц различным полимерным покрытием. В данной работе исследовались три образца наночастиц Fe_3O_4 с различным полимерным покрытием полученные при облучении объёмного образца лазером Nd:YAG при $\lambda = 1064 \text{ nm}$. Получение наночастиц данным методом показало широкий разброс размеров, при этом входящих в необходимый для нас диапазон.

Для проведения опытов было выбрано несколько видов наночастиц покрытыми различными лигандами, а также простые наночастицы Fe_3O_4 без использования усиливающих свойства модификаций. Наночастицы, покрытые поливинилпирролидоном, полиэтиленгликолем и аммиачными структурами, попадали под необходимый нам диапазон для наилучшего времени релаксации, но покрытие из полиэтиленгликоля было решено убрать из дальнейших опытов, так как оно демонстрировало наименьший магнитный отклик.

При поиске максимально эффективного количества наночастиц Fe_3O_4 с аммиачным NH_2 покрытием в миллиграммах на миллилитр воды с нефтью в объёмном соотношении 1 : 1 было выявлено, что концентрация в 7 мг наночастиц на 1 мл водонефтяной эмульсии является наиболее эффективной, так как увеличение массы наночастиц не дает сильного увеличения степени очистки по сравнению с 7 мг. Исходя из изложенного можно сделать вывод, что масса деэмульгатора равная 7 мг является экономически и экологически обоснованной (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость массы наночастиц и степени очистки

Fe_3O_4 +аммиачное NH_2 покрытие										
Масса наночастиц	1 мг	2 мг	3 мг	4 мг	5 мг	6 мг	7 мг	8 мг	9 мг	10 мг
Степень очистки	5 %	16 %	24 %	43 %	61 %	78 %	90 %	91 %	91.5 %	91.7 %

Степень очистки около 90 % достигается в первые 10 минут после завершения перемешивания в ультразвуковой ванне, а в течение 24 ч доходит приблизительно до 97 %.

Очистка самих наночастиц со связанной с ней нефтью производится попеременной промывкой этанолом и водой, также возможно сжигание нефти, но, скорее всего, воздействие высоких температур на наночастицы приведет к их спеканию и изменению их магнитных свойств.

Очистка с помощью дихлорметана также может применяться, но из-за его быстрого улетучивания и негативного влияния на состояние человека использовать его рекомендуется с особой осторожностью.

Анализ воды после очистки на содержание нефти проводится с помощью газового хроматографа с пламенно-ионизационным детектором, который широко используется в нефтехимической отрасли и дает относительно точные результаты содержания нефти в воде.

По итогу анализа результатов, мы пришли к выводу, что наночастицы, покрытые поверхностно-активным веществом, обладают более сильным эффектом деэмульгирования нефти, по сравнению с наночастицами без покрытия, за счет покрытия оболочкой из различных полимерных структур. Покрытие NH_2 структурами позволяет добиться степени очистки, которой у нас не получалось достичь с использованием наночастиц, покрытых полиэтиленгликолем и поливинилпирролидоном.

Исходя из этого будет более целесообразно продолжать опыты с увеличением степени деэмульгирования с использованием наночастиц покрытых аминами.

Список литературы

1. Губин С. П., Кокшаров Ю. А., Хомутов Г. Б., Юрков Г. Ю. Магнитные наночастицы: методы получения, строение и свойства // Успехи химии. 2005. № 74 (6). С. 539–568.
2. Лютоев А. А., Смирнов Ю. Г. Моделирование поведения магнитных наночастиц в жидкой среде с целью разработки технологии очистки загрязненных нефтью сточных вод // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. 2013. № 4. С. 424–435.
3. Светличный В. А., Смуглов А. А., Лапин И. Н. Установка для синтеза наночастиц методом лазерной абляции // Материалы IX международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». С. 221–223.
4. Никифоров В. Н. Биомедицинское применение магнитных наночастиц // Наука в промышленности. 2011. № 1. С. 90–99.
5. Справочник по технологии наночастиц / пер. с англ.; науч. ред. А. Б. Ярославцев, С. Н. Максимовский. М. : Научный мир, 2013. 730 с.
6. Qing Wang, Maura C. Puerto, Sumedh Warudkar, Jack Buehler, Sibani L. Biswal. Recyclable Amine-Functionalized Magnetic Nanoparticles for Rapid Demulsification of Crude Oil-in-Water Emulsions. The Royal Society of Chemistry 2018. 2018. № 4. С. 1553–1563.

ИЗМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛА РЕЗЕРВУАРА И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

А.В. Воробьева, А.А. Тоноян*

Научный руководитель А.Э. Соколов
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При хранении нефти и нефтепродуктов появляются проблемы, связанные с потерями от естественного испарения. Имеется множество способов защиты. Выполнен анализ применения существующих способов и методов. Предложен способ защиты нефти и нефтепродуктов на основе использования полимерных защитных покрытий. Представлен малоприменимый вид пластиковых резервуаров.

Огромное количество проблем при хранении нефти и нефтепродуктов связано с потерями продукции из-за естественных факторов и несовершенства технологий. Утечки нефтепродуктов на объектах хранения вызывают ухудшение их физико-химических свойств, а также пагубно влияют на окружающую среду. Поэтому борьба с утратами нефти и нефтепродуктов дает не только экономический эффект, но и жизненно важна для обеспечения охраны природы.

В отличие от традиционных стальных подземных резервуаров, изготовленных из металлических листов, пластиковые резервуары не требуют специальной антикоррозийной защиты, гидроизоляции, обладают высокой кольцевой жесткостью, долговечностью.



Рис. 1

Утраты нефти и нефтепродуктов от естественного испарения незаметны и на первый взгляд кажутся незначительными. Хотя испарение из резервуаров при отсутствии технических средств его сокращения является основным источником потерь нефтепродуктов.

* © Воробьева А.В., Тоноян А.А., 2019

Паровоздушные горючие смеси взрывоопасны. В закрытой емкости при наличии теплового источника воспламенение паровоздушной смеси сопровождается взрывом, как и газовой смеси с присущими ей аналогичными закономерностями.

При хранении нефтепродукта в резервуарах потери происходят в результате неплотности сварных швов, а также в результате испарения и последующего вытеснения паровоздушной смеси в атмосферу.

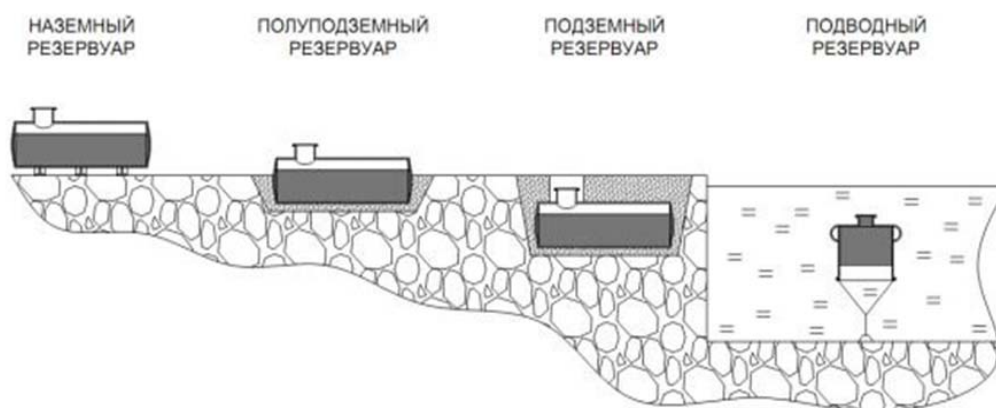


Рис. 2

Процесс испарения в резервуарах совершается при любой температуре, так как связан с тепловым движением молекул в поверхностном слое. В герметичном резервуаре испарение происходит до тех пор, пока его газовое пространство не будет целиком насыщено углеводородами. Фактически многие резервуары в той или иной мере негерметичны. Это связано с негерметичностью дыхательной арматуры, а также с присутствием коррозионных повреждений в кровле и стенке. В результате доля паровоздушной смеси постоянно вытесняется в атмосферу.

Решением предоставленных проблем может стать применение полимерных защитных материалов, которые могут заполнить зазор между стенкой и краями понтона. В настоящее время в промышленности употребляется огромное количество полимерных материалов: полиамид, поликарбонат, полистирол, полиэтилен, полиуретан, полипропилен и др. Это термопластичные вещества, которые располагают: хорошими диэлектрическими свойствами, стойкостью по отношению к кислотам и щелочам, низким влагопоглощением и высокой влажностойкостью и морозостойкостью, низкой паро- и газопроницаемостью. Полимерные вещества обладают широким диапазоном физико-химических свойств, которые позволяют им принимать различные агрегатные состояния и формы. Они также являются продуктом нефтехимии, оттого взаимодействие их с нефтью и нефтепродуктами не повлияет на их свойства.

Список литературы

1. Афанасьев В. А., Березин В. Л. Сооружение газохранилищ и нефтебаз. М. : Недра, 1986.
2. Бабин Л. К., Каравайченко М. Г., Жданов Р. А. Основы теории и расчета плавающей крыши резервуара. Уфа : ООО «ДизайнПолиграфСервис», 1990.
3. Галлеев В. Б. Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях. М. : Недра, 1981.
4. Правила технической эксплуатации резервуаров ООО НК «Роснефть» / ОАО СКБ «Транснефтеавтоматика». 2004.
5. Реувендаль К. Экструзия полимеров. Экструзионное оборудование. Анализ процесса. Практические приложения. СПб. : Изд-во «Профессия», 2006.

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕПРОВОДОВ

Н.В. Грунин^{*}

Научный руководитель Н.Н. Лысянникова
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Трубопроводный транспорт играет большую роль в системе нефтегазовой отрасли. Это связано с тем, что транспортировка на нефтеперерабатывающие заводы и экспорт от мест добычи является дешевым видом транспорта [10].

Кроме перевозки углеводородов, железнодорожный транспорт выполняет перевозку других важных грузов для народного хозяйства, а магистральные нефтепроводы, в свою очередь, позволяют разгрузить его, тем самым обеспечив энергетическую безопасность страны.

Следует отметить ряд важных преимуществ трубопроводного транспорта перед водным и железнодорожным: наименьшие потери нефти, ритмичность работы потребителей и поставщиков, дальность транспортировки минимальна и высокая автоматизация технологических процессов.

Кроме преимуществ, можно выделить и особенности системы трубопроводного транспорта. Среди них: территориальная распределенность, взаимосвязь с другими отраслями промышленности, сложность, инерционность и непрерывность функционирования, многоцелевой характер и неравномерность процессов приема и сдачи нефти, непрерывность развития и обновления.

С каждым годом совершенствуются технологии сооружений и ремонта объектов магистральных нефтепроводов. Вместе с этим растет и их протяженность. Ранее построенные трубопроводы постоянно модернизируются, проводится техническое перевооружение. Также внедряются современные средства связи и управления, совершенствуются технологии транспорта высоковязких и застывающих нефтей.

В целом, если говорить о всей системе трубопроводного транспорта, то она является инструментом государственной политики по эффективной реализации поставки нефти и газа как на внутренний, так и на внешний рынки.

Важной проблемой трубопроводной системы является повреждение трубопроводов. Повреждения возникают в результате механических воздействий либо преднамеренных действий с целью хищения углеводородов.

В связи с этой проблемой важным является мониторинг системы трубопроводов. Мониторинг позволяет охватывать объекты системы с большой географической протяженностью, которые подвержены негативным воздействиям окружающей среды. Только с помощью постоянного контроля можно обеспечить непрерывный мониторинг давления и температуры в трубопроводе и регистрировать повреждения и утечки.

^{*} © Грунин Н.В., 2019

Данные мероприятия могут снизить на 20–30 % риск возникновения аварии при транспортировке нефти и газа.

Оперативное обнаружение утечек на трубопроводе с определением места их возникновения является в настоящее время актуальной задачей, особенно при транспортировке углеводородов. Практически всегда результаты аварий при перекачке углеводородов приводят к серьёзным экологическим последствиям для окружающей среды. Участились в последнее время и случаи хищения продуктов перекачки путем несанкционированных врезок в трубопровод, что зачастую приводит к авариям. Всё это свидетельствует об актуальности работ по разработке и внедрению систем обнаружения утечек на трубопроводах.

Основными элементами магистрального трубопровода являются трубы, приваренные друг к другу в виде непрерывной нити, представляющей собой сам трубопровод. В зависимости от условного диаметра труб (в мм), согласно СНиП 2.05.06–85 магистральные трубопроводы подразделяются на четыре класса [1].

Утечки нефти в трубопроводах могут быть вызваны нарушением их целостности. И на это есть множество причин.

Механические повреждения трубопроводов составляют около 33 % всех аварий; коррозия (как внешняя, так и внутренняя) – 53 %; дефекты труб – 4 %; дефекты сварки – 3 %; эксплуатационные ошибки – 6 %; другие – 1 %. [10]

В данной работе под утечкой понимается нарушение герметичности трубопровода с вытекающим из него нефтепродуктом [7].

Важной задачей транспортировки нефти по трубопроводу является быстрое обнаружение утечек. Для этого используются системы обнаружения утечек. Эти системы основаны на различных методах.

В данной работе, проводился эксперимент. За основу был взят метод отрицательных ударных волн. Данный метод имеет ряд преимуществ. Среди них: быстрое обнаружение значительных утечек, применим независимо от длины и конструкции линейной части трубопровода, обеспечивает непрерывный контроль появления утечек, используемая аппаратура проста в эксплуатации [2].

Метод отрицательных ударных волн основан на регистрации волн падения давления, возникающих в тот момент, когда утечки нефти появляются и распространяются в обоих направлениях по трубопроводу со скоростью звука.

С помощью специальных датчиков фиксируется время прохождения волны падения давления. Эти датчики устанавливаются на линейных задвижках. Местоположение утечки определяется временем поступления сигналов от датчиков с учетом того, что известна схема их размещения на трассе и скорость распространения волны падения давления [3].

Основными задачами эксперимента были следующие:

- оценка уровня технологических шумов на трубопроводе и сравнение их с собственным шумом датчика;
- оценка скорости распространения ударных волн давления по трубопроводу;

– оценка уровня искажения ударных волн давления по протяженности трубопровода [2].

Испытания проводились на трубопроводе протяжённость 12 км с диаметром 273/257 мм.

При испытаниях использовались датчики МТУ-05 с пределом измерения 60 кгс/см², 2 шт. и другое оборудование.

Датчики МТУ-05 были установлены в начале и конце трубопровода. Частота измерения давления для датчиков была установлена равной 100 Гц.

Нормированные и сдвинутые графики давления в начале (P1) и конце (P2) трубопровода показаны на рисунке.

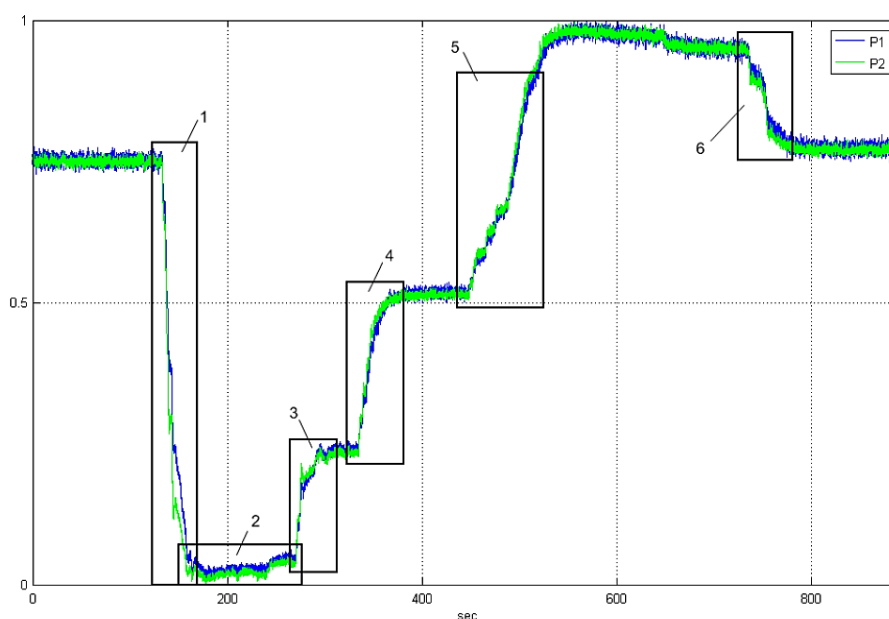


Рис. Нормированные и сдвинутые графики давления в начале (P1) и конце (P2) трубопровода

В ходе проведённых испытаний были получены следующие результаты:

– собственный шум датчиков значительно ниже технологического шума процесса и не вносит дополнительных искажений при регистрации давления в трубопроводе;

– время прохождения гидравлических волн давления по всему трубопроводу составляло около (9 ± 1) с. Полученная ошибка, вызванная использованием ручной синхронизации, приемлема для целей испытаний;

– скорость распространения гидравлических волн давления по трубопроводу составляла около (1333 ± 150) м/с, что хорошо согласуется с теорией;

– зафиксирован низкий уровень искажений фронтов ударных волн при прохождении по трубопроводу и отсутствие отражённых волн, что делает применение системы обнаружения утечек на данном трубопроводе возможной и целесообразной;

– использованная частота регистрации в 25 Гц оказалась достаточной для достижения целей и задач испытаний и может быть повышена в работающей системе для увеличения точности определения места возникновения утечки.

Графическое изображение результатов эксперимента на рисунке показывает отсутствие отражённых волн – каждому возмущению давления на одном графике соответствует аналогичное возмущение на втором графике. Это может свидетельствовать об отсутствии на трубопроводе каких-либо серьёзных гидравлических сопротивлений (отводы, сужения, парафиновые пробки и т. п.), что, в свою очередь, способствует возможности обнаружения утечек на данном трубопроводе методом ударных волн.

Список литературы

1. Трубопроводный транспорт нефти : учебник для вузов / Васильев Г. Г., Коробков Г. Е., Коршак А. А. и др.; под ред. С. М. Вайнштока. М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2002. Т. 1. 407 с.
2. СНиП 2.05.06–85 «Магистральные трубопроводы».
3. Системы обнаружения утечек комбинированного типа на магистральных нефтепроводах. Общее техническое задание на проектирование, изготовление и ввод в эксплуатацию. М. : ОАО «АК «Транснефть», 2009. 99 с.
4. Воробьёв, А. Е. Инновационная система обнаружения утечек и контроля активности трубопроводов // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2013. № 3. С. 7–10.
5. Гумеров А. Г. Аварийно-восстановительный ремонт магистральных нефтепроводов. М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 1998. 271 с.
6. Климовский Е. М., Колотиллов Ю. В. Очистка и испытание магистральных трубопроводов. М. : Недра, 1987. 173 с.
7. Кутуков С. Е. Проблема повышения чувствительности, надежности и быстродействия систем обнаружения утечек в трубопроводах // Нефтегазовое дело. 2004. Т. 2. С. 29–45.
8. Мишкин Г. Б. Краткий обзор систем обнаружения утечек российских производителей // Молодой ученый, 2011. № 2. Т. 1. С. 41–47.
9. Спирин Е. Ю., Хакимьянов М. И. Система оперативного обнаружения утечек в магистральных нефтепродуктопроводах // Измерительные преобразователи и информационные технологии. Межвузовский научн. сборник. уфим. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа : Изд-во УГАТУ, 1999. С. 47–52.
10. Трубопроводный транспорт нестабильного газового конденсата / А. А. Коршак, А. И. Забазнов, В. В. Новоселов и др. М. : ВНИИОЭНГ, 1994. 223 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТОРЦЕВЫХ УПЛОТНЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА СЛУЖБЫ

С.В. Зенченко*

Научный руководитель Э.А. Петровский
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Повреждение торцевого уплотнения (ТУ) является самой распространенной причиной простоя насоса.

Характер повреждения уплотнения вала зависит от конструктивных особенностей уплотнения и условий эксплуатации. На поврежденном уплотнении вала можно увидеть, что именно было повреждено, но причину повреждения часто нужно искать, руководствуясь информацией о насосе и условиях его работы.

На диаграммах (рис. 1) показано, что повреждение уплотнения вала, несомненно, является самой распространенной причиной поломки насоса [1].

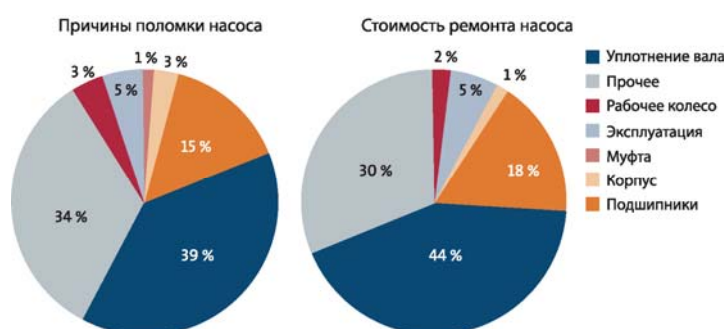


Рис. 1. Распределение причин поломки насосов и расходов на ремонт

Описание конструкции и элементов торцевого уплотнения

Конструкция центробежного насоса со сквозным валом не исключает протечек. Торцевое уплотнение вала, по сути, представляет собой дроссель, смонтированный на валу. Оно сводит к минимуму вероятность утечки из рабочей полости насоса. Чтобы снизить вероятность утечки, зазор между неподвижной и вращающейся частями уплотнения должен быть минимальным [4].

Более практичное решение – установка вращающегося уплотнительного кольца на вал и неподвижного уплотнительного кольца («седла») в корпус насоса.

Вторичные уплотнения представляют собой резиновые детали, используемые для того, чтобы предотвратить утечку между валом и вращающимся уплотнительным кольцом, а также между неподвижным «седлом» и корпусом насоса.

* © С.В. Зенченко, 2019

Чтобы свести утечку к минимуму, вращающееся уплотнительное кольцо должно быть плотно прижато к «седлу». Для обеспечения осевой гибкости вторичным уплотнением должен быть либо компенсатор, либо кольцевое уплотнение, скользящее по валу.

Вторичное уплотнение, обеспечивающее герметизацию между «седлом» и корпусом насоса, неподвижно.

Вращающаяся пружина прижимает вращающуюся часть уплотнения к «седлу» и вращающееся уплотнительное кольцо к валу.

Корпус передачи крутящего момента обеспечивает вращение вращающейся части уплотнения вместе с валом.

Классификация повреждений торцевых уплотнений вала

В результате исследований торцевого уплотнения типа, используемого в центробежном насосе, были выявлены причины повреждений торцевых уплотнений вала (таблица).

Таблица

Нарушения торцевых уплотнений вала

Повреждения вследствие отсутствия смазки	Повреждения вследствие загрязнения	Повреждения вследствие химического и физического воздействия	Повреждения вследствие неправильной установки	Повреждения вследствие изменения условий работы
работа без смазки; недостаточность смазки	заклинивание ту; расширение зазора уплотнения; засорение; частицы и отложения; заедание	набухание эластомеров; старение резиновых деталей; старение при хранении; атмосферное старение; коррозия	несоосность; сборка; монтаж	давление; температура; отсутствие или недостаточность потока; жидкости; недостаточная вентиляция; вибрация

Предлагаемые методы решения проблемы

Для повышения технологической и экономической выгоды предлагается произвести замену торцевого уплотнения вала насоса.

При проведении исследования и анализа выявлены следующие рекомендации по подбору ТУ:

- 1) конструктивное исполнение патронного типа, которое позволяет производить разборку и сборку без демонтажа крышки насоса, а также снижает трудоемкость установки-снятия торцевого уплотнения;
- 2) работа ТУ на очищенной от механических примесей нефти в циклонном сепараторе и подача ее для охлаждения торцевого уплотнения;
- 3) увеличение срока службы и надежности работы ТУ при работе на очищенной нефти;

4) конструкция ТУ позволяет организованно отводить утечку уплотняемой жидкости, при этом значительно снижается загазованность в обслуживаемом помещении;

5) возможность производить продувку уплотнений горячим паром для очистки их от отложений парафина и тяжелых фракций нефти без демонтажа и разборки торцового уплотнения;

6) пара трения, такая как карбид кремния, позволила увеличить среднюю наработку на отказ с 7 000 до 15 000 часов ТУ вала.

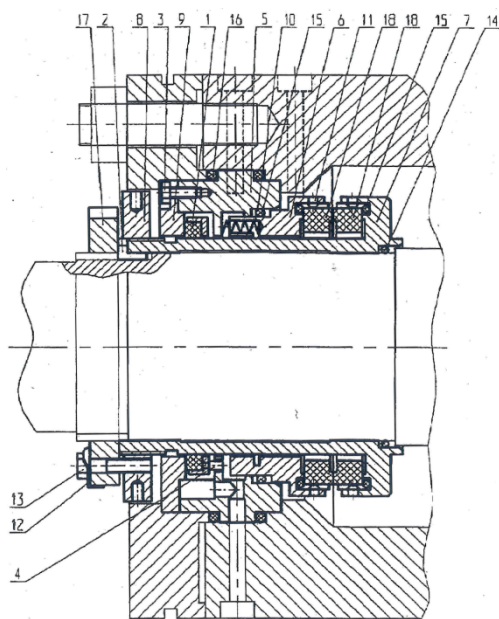


Рис. 2. Торцевое уплотнение: 1 – уплотнение резервное; 2 – шпонка; 3 – болт; 4 – штифт; 5 – корпус; 6 – обойма; 7 – гильза; 8 – гайка круглая; 9 – крышка; 10 – пружина; 11 – поводок; 12 – шайба стопорная, 13 – болт; 14, 15, 16 – кольца уплотнительные; 17 – гайка круглая; 18 – кольцо

Список литературы

1. Бьерг К. Торцевые уплотнения вала насосов. Copyright 2009 GRUND-FOS Management A/S.
2. Майер Э. Торцевые уплотнения. М. : Машиностроение, 1978.
3. Оркатт Р. Исследование работы и повреждения механических торцовых уплотнений. Проблемы трения и смазки. 1969.
3. Мельник В. А. Параметры управления и оптимизации характеристик торцового уплотнения // Машиностроитель. 2002.
4. Голубев А. И., Гафт Я. З. Исследование модифицированной конструкции торцового уплотнения // Вестник машиностроения. 1978.

**РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА
ПО ИСПЫТАНИЮ ПРОТИВОТУРБУЛЕНТНЫХ ПРИСАДОК**

М.В. Клочков*

Научный руководитель В.А. Жигарев
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Особенности развития нефтедобывающего комплекса и увеличение объемов нефтедобычи обуславливают увеличение затрат на транспортировку нефти и нефтепродуктов. Операторы систем магистральных трубопроводов вносят существенный вклад в динамику развития экономики страны, обеспечивая энергетическую безопасность в данном секторе ТЭК [2].

Снижение транспортных издержек позволит более эффективно использовать мощнейший в мире отечественный нефтедобывающий комплекс.

Использование противотурбулентных присадок (ПТП) на основе высокомолекулярных линейных полимеров позволяет увеличить производительность трубопровода, уменьшить количество перекачивающих станций, уменьшить рабочие давления, а также снизить энергозатраты на перекачку за счет предотвращения возникновения турбулентностей в потоке перекачиваемой жидкости [3].

Как правило, определение эффективности ПТП производится путем опытно-промышленных испытаний (ОПИ) на магистральных нефтепроводах. Проведение подобных испытаний требует значительного количества времени и материальных ресурсов, что, в свою очередь, существенно отражается на их стоимости. Поэтому, многие нефтяные компании, в целях экономии, производят закупку сразу нескольких опытных образцов ПТП различных производителей и применяют их без использования промышленных испытаний, ограничиваясь входным контролем. Это, в свою очередь, не позволяет в полной мере достоверно определить эффективность того или иного типа присадки, так как условия оценки (температура, состав нефти) могут постоянно изменяться [4]. Более эффективным способом изучения влияния свойств ПТП являются исследования в лабораторных условиях.

Разработка экспериментального стенда позволит организовать проведение испытаний и исследований присадок, влияющих на гидравлическое сопротивление при движении нефти по трубопроводу. В первую очередь, стенд предназначен для исследования ПТП (их эффективности и степени деградации при циркуляции), но также может быть использован для оценки снижения гидравлического сопротивления при помощи других химических продуктов, таких как, депрессорных присадок или поверхностно-активных веществ (ПАВ), в воспроизводимых гидродинамических условиях при перекачке нефти.

* © Клочков М.В., 2019

Принципиальная технологическая схема установки, представляющая собой замкнутую гидравлическую систему, представлена на рисунке:

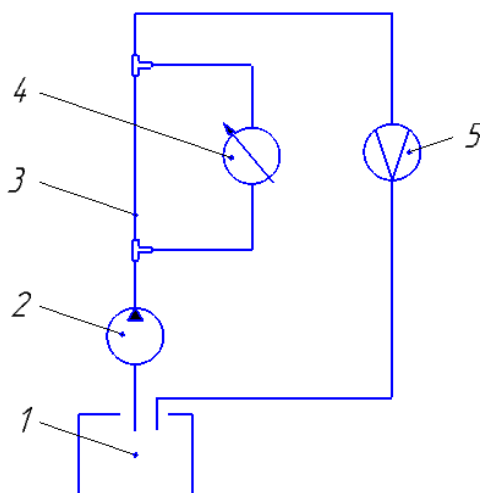


Рис. Принципиальная схема испытательного стенда

Испытательный стенд состоит из гидробака открытого типа *1*, из которого с помощью насоса *2* производится забор и последующая подача жидкости на измерительный участок *3*, где производится контроль давления с помощью манометра *4*. Далее по линейной части жидкость, пройдя расходомер *5*, поступает в бак, откуда снова забирается на повторный цикл перекачки.

Список литературы

1. Трубопроводный транспорт нефти : учебник / Г. Г. Васильев [и др.]; отв. ред. С. М. Вайншток. Т. 1. М. : ООО «Недра-Бизнесцентр», 2012. С. 326–334.
2. Хисматуллина А. М. Актуальные проблемы и направления развития малых нефтяных компаний в Республике Татарстан // Вестник Казан. технол. 2011. № 7. 137 с.
3. Белоусов Ю. П. Снижение сопротивления трения нефти и нефтепродуктов в трубопроводах полимерными добавками // Межмолекулярные взаимодействия и электронные процессы в жидкостях. Новосибирск : Наука, 1986. 32–45 с.
4. Муратова В. И. Оценка влияния противотурбулентных присадок на гидравлическую эффективность нефтепродуктопроводов : дис. канд. техн. наук: 25.00.19. Уфа, 2014. 149 с.
5. Рабинович Е. З. Гидравлика : учебник. М. : Недра, 1980. 278 с.

РЕАКТОР ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ НАНОВОЛОКНИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА И ВОДОРОДА

А.Е. Корнеев*

Научный руководитель Е.А. Соловьев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

На современном этапе развития нефтяной отрасли добывающие компании взяли курс на повышение эффективности переработки попутного нефтяного газа (ПНГ).

Весьма перспективной является технология каталитического пиролиза углеводородов с получением водорода и нановолокнистого углерода (НВУ). В качестве сырья для переработки возможно использование осушенного ПНГ. Водород может быть использован: в водородных топливных элементах; в химической промышленности; как топливо для космических аппаратов.

НВУ представляет ценность как компонент композитных материалов, абсорбент для хранения газов; носитель катализаторов; фильтрующий элемент. Именно поэтому разработка реактора для каталитической переработки ПНГ с получением водорода и НВУ, применимой для условий нефтепромыслов, является актуальной технической задачей.

Технология каталитического пиролиза углеводородов

В качестве перерабатываемого сырья рассматриваются легкие углеводороды (C_1 – C_4), поскольку ПНГ на 91,5 % состоит из алканов C_1 – C_4 (данные для месторождений Западной Сибири) [1].

В результате экспериментальных исследований [2] было установлено, что наиболее эффективные результаты по конверсии углеводорода и селективности водорода достигаются при использовании катализатора составом 50 % Cu и 40 % Ni. В качестве носителя катализатора предполагается использовать сферические частицы из Al_2O_3 диаметром 5 мм. Температура 600 °C является оптимальной для проведения реакций КП при переработке алканов C_2 – C_4 . Проведение реакции КП предполагается при атмосферном давлении. Цикл работы предлагаемого реактора составляет 16 часов.

Для повышения эффективности работы катализатора, перед переработкой, ПНГ необходимо осушить.

Для увеличения эффективности переработки ПНГ предполагается извлекать непрореагировавшие углеводороды из продуктов переработки и возвращать их обратно в реактор. Для этой цели планируется использовать мембранный модуль, который отделяет водород от прочих продуктов переработки [3]. Результатом изучения химической составляющей процесса КП углеводородов

* © Корнеев А.Е., 2019

была предложена технологическая схема переработки ПНГ с получением водорода и НВУ (рис. 1).

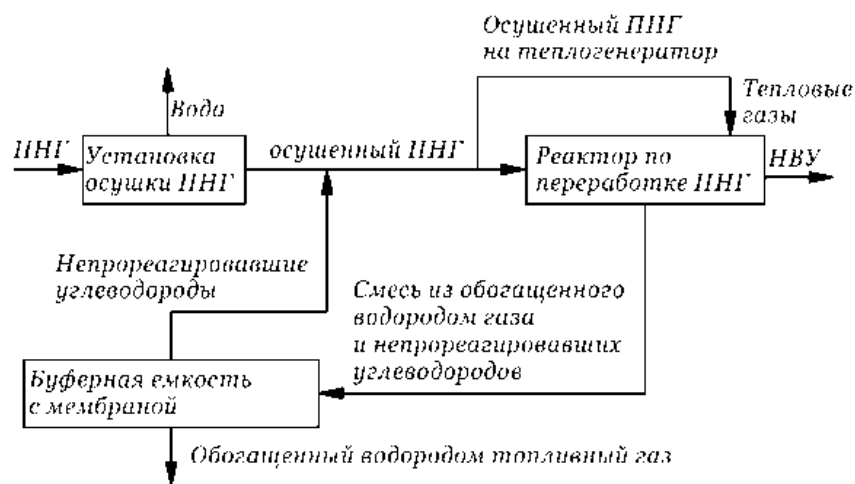


Рис. 1. Технологическая схема переработки ПНГ с получением водорода и НВУ

Обзор существующих конструкций реакторов и возможных технических решений

Прежде чем приступить к конструированию, были рассмотрены существующие конструкции реакторов для данной технологии. Общим недостатком данных конструкций является малоэффективное перемешивание катализатора как вибрационным, так и реверсивным вращательно-колебательным движением. Помимо этого, вибропривод имеет низкий ресурс работы из-за постоянного воздействия циклических вибрационных нагрузок. Для нагрева реакторов используются электронагреватели, что экономически не оправдано при больших значениях производительности.

Предлагаемая конструкция реактора

В предлагаемой конструкции реактора (рис. 2) [4] для улучшения качества перемешивания катализатора используется ротационный метод перемешивания в виде рабочих колес двух видов с лопастями, вращающимися на валу.

Рациональным и конструктивно простым методом нагревания реактора является нагрев за счет тепла сгорания части перерабатываемого ПНГ. При таком методе нагрева электроэнергия расходуется только на привод вала, средства автоматизации и контрольно-измерительные приборы.

Работает реактор следующим образом. Перед запуском реактора шлюзовые ворота 1 двойного корпуса 2 и герметизирующий шлюз буферной камеры 3 приводят в положение закрыто (на рис. 2 в положении открыто). Блок подачи азота 4 подает азот в реактор для очистки его от воздуха. После этого через патрубков ввода катализатора 5 в зону реакции вводится катализатор. Часть перерабатываемых углеводородов, поступает в теплогенератор 6, где газ смешивается с воздухом и происходит процесс горения. Раскаленные продукты горения поступают в пространство между внутренней и внешней частью двойного

корпуса 2 и обогревают зону реакции до рабочей температуры. Выводятся тепловые газы с помощью патрубка для их вывода 7.

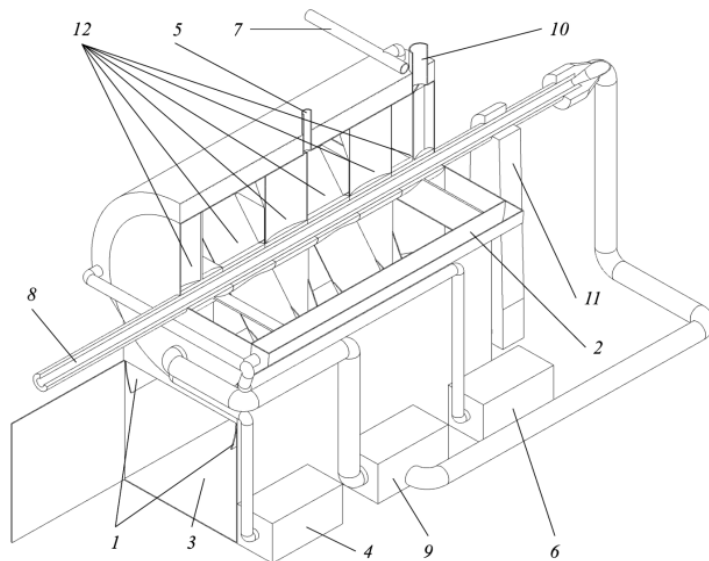


Рис. 2. Предлагаемая конструкция реактора:

1 – шлюзовые ворота; 2 – двойной корпус; 3 – буферная камера; 4 – блок подачи азота; 5 – патрубок ввода катализатора; 6 – теплогенератор; 7 – патрубок вывода тепловых газов; 8 – полый вал; 9 – блок подачи перерабатываемых углеводородов; 10 – патрубок вывода перерабатываемых углеводородов; 11 – цепной электропривод; 12 – рабочие колеса

Перерабатываемые углеводороды проходят через полый вал 8, охлаждая вал, а сами получают предварительный нагрев и попадают в блок подачи перерабатываемых углеводородов 9, откуда они попадают в зону реакции. Получаемые водород и непрореагировавшие углеводороды выводятся через патрубок для их вывода 10.

Полый вал 8 приводится в движение цепным электроприводом 11. Закрепленные на полом валу 8 рабочие колеса 12 вращаются и обеспечивают перемешивание катализатора.

В центре зоны реакции расположены четыре центральных рабочих колеса. По краям зоны реакции расположено по одному крайнему рабочему колесу. Причем центральные рабочие колеса обеспечивают перемешивание катализатора, а крайние рабочие колеса перемещают катализатор от краев зоны реакции к центральным рабочим колесам. Форма рабочих колес изображена на рис. 3.

После окончания цикла прекращается подача теплового газа и перерабатываемых углеводородов. НВУ с примесью катализатора сыпается в буферную камеру 3, останавливается вращение полого вала. Блок закачки азота 4 подает азот в реактор для очистки его от остаточных перерабатываемых углеводородов. Герметичный шлюз буферной камеры 3 открывается и можно извлекать НВУ, после извлечения НВУ цикл повторяется.

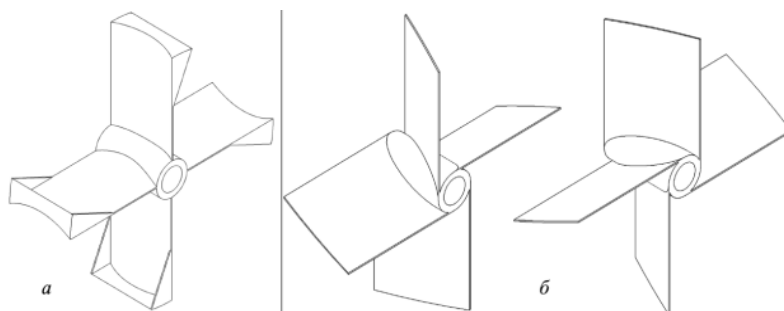


Рис. 3. Формы рабочих колес: а – центрального; б – крайних

Расчетная модель предлагаемой конструкции реактора

Для проверки эффективности перемешивания катализатора создана расчетная модель предлагаемой конструкции реактора.

Моделирование перемешивающего устройства разработанной конструкции реактора показало, что распределение частиц катализатора по горизонтальным зонам приближено к идеальному. Помимо этого, на графиках видна тенденция постепенного приближения распределения частиц катализатора к идеальному как в горизонтальных, так и в вертикальных зонах.

Список литературы

1. Андрейкина Л. В. Состав, свойства и переработка попутных газов нефтяных месторождений Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 02.00.13 / Государственное научное учреждение «НИИ малотоннажных химических продуктов и реактивов» (НИИРеактив) Министерства образования и науки РФ. Уфа. 2005. 22 с.
2. Соловьев Е. А., Кувшинов Д. Г., Чуканов И. С., Ермаков Д. Ю, Кувшинов Г. Г. Получение водорода на основе селективного каталитического пиролиза пропана // Химическая технология. 2007. № 8-12. С. 544–553.
3. Бабак В. Н., Диденко Л. П., Квурт Е. П., Семенцова Л. А. Извлечение водорода из бинарных газовых смесей с помощью мембранного модуля на основе палладиевой фольги с учетом дезактивации мембраны // Теоретические основы химической технологии. 2018. № 52-3. С. 318–333.
4. Полезная модель № 185231. Российская Федерация. Реактор для переработки углеводородов с получением водорода и нановолокнистого углерода. Корнеев А. Е, Соловьев Е. А., Петровский Э. А.

ОЧИСТКА СУЛЬФАТНОГО СКИПИДАРА

Н.А. Кукуртчян*

Научный руководитель Л.С. Баталина
кандидат химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день растительное сырье представляет собой уникальный возобновляемый природный комплекс органических соединений. Правильное использование всех компонентов растительного сырья открывает широкие возможности для химической промышленности, поэтому проблемы комплексной переработки и рационального использования лесохимических продуктов особенно актуальны в настоящее время. Сульфатный скипидар является побочным продуктом при производстве сульфатной целлюлозы. Он выделяется из сдувок в ходе пропарки щепы и из варочного котла сульфатно-целлюлозного производства [1].

Вследствие резкого неприятного запаха, связанного с присутствием соединений серы, он не находит квалифицированного применения и нуждается в очистке. В настоящее время ставится задача добиться такой степени очистки от серосодержащих соединений, которая позволила бы повысить качество сульфатного скипидара до сопоставимого с живичным [2].

Целью работы является исследование эффективных способов очистки скипидара от соединений серы, используя различные растворители окислителей. Для этого необходимо провести сравнительный анализ обессеривания сульфатного скипидара с различными растворами окислителей с последующей ректификацией и на основании полученных данных выявить наиболее эффективный способ удаления соединений серы.

Содержание серы в скипидаре до и после очистки определялось рентгенофлуоресцентным методом с помощью прибора MiniPal4 PANanalytical.

Изучены и опробованы экспериментальные способы удаления серы с помощью окислителя гипохлорита натрия в кислой среде, но в этих условиях очищенный таким образом скипидар частично теряет неприятный запах, однако использование его в качестве химического сырья невозможно из-за все еще достаточно высокого содержания серы.

В дальнейших работах планируется применение сорбентов для более глубокой очистки серосодержащих соединений.

Список литературы

1. Ильичев И. С., Радбиль А. Б., Шалашова А. А., Маврина Е. А., Козлов И. А., Игнатов А. В., Семенычева Л. Л. Глубокая очистка скипидара от сернистых соединений // Вестник Нижегородского ун-та им. Н. И. Лобачевского. 2014. № 1 (1). С. 110–114.

* © Кукуртчян Н.А., 2019

2. Козлов А. И., Беспалов А. В., Грунский В. Н., Козлов И. А., Новоселов А. С., Долинский Т. И. Очистка сульфатного скипидара от сероорганических соединений // Успехи в химии и химической технологии. 2009. Т. 23. № 2 (95). С. 71–74.

3. Локтионова И. В., Радбиль А. Б., Золин Б. А., Кулагин Е. П., Радбиль Б. А. // Материалы II всерос. конф. «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья», Барнаул, 21–22 апреля 2005 г. Кн. 2. С. 552–557.

РОТАЦИОННЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ТОЧЕНИЯ ВИНТОВ СКВАЖИННЫХ ЗАБОЙНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

С.Д. Малюков*

Научный руководитель Э.А. Петровский
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В современных отраслях машиностроения, таких как нефтегазовое оборудование, находят широкое применение винтовые механизмы и передачи, в конструкциях которых применены детали с наружной винтовой поверхностью.

Виды механизмов и их деталей с наружной винтовой поверхностью различаются большим разнообразием по массогабаритным параметрам, по форме профиля и углу подъема винтовой линии, обработка которых в основном производится инструментальными модулями с фасонными радиальными резцами. Данная схема формообразования не обеспечивает требуемого качества поверхности при точении (шероховатость составляет $Rz > 80$ мкм) из-за тяжелых термодинамических условий контакта детали и инструмента [1].

Наиболее рациональный путь совершенствования обработки наружной винтовой поверхности – применение технологии ротационного точения ротационным модулем, кинематика образования формы которого характеризуется качением без скольжения. При этом взаимодействие режущего клина инструмента с материалом заготовки осуществляется при постоянном изменении точки контакта в зоне резания в результате комбинации качения со скольжением (рис. 1, а), что является характерным признаком ротационного точения [2].

Ротационное точение винтовой поверхности производится принудительно вращающимся многолезвийным инструментом с прерывистой режущей кромкой (рис. 1, б).

Из сказанного можно сделать вывод, что контакт режущего инструмента с заготовкой происходит в виде комбинации процесса качения со скольжением. Традиционные методы лезвийной обработки происходят в виде постоянного скольжения.

Данное отличие влечет за собой ряд положительных факторов, влияющих на процесс обработки в виде повышенного качества обрабатываемой поверхности, а также значительное увеличение износостойкости инструмента [3].

При всем этом коническая форма задней поверхности для ротационных резцов не является оптимальной. Недостаток заключается в том, что при переточке происходит уменьшения размеров режущей кромки и искажения профиля изделия. Уберечь режущий инструмент от этого можно путем оптимизации установки ротационного модуля относительно оси изделия (рис. 2), а также дать возможность вращаться режущем инструментом, что приведет к уменьшению износа режущей кромки [4].

* © Малюков С.Д., 2019

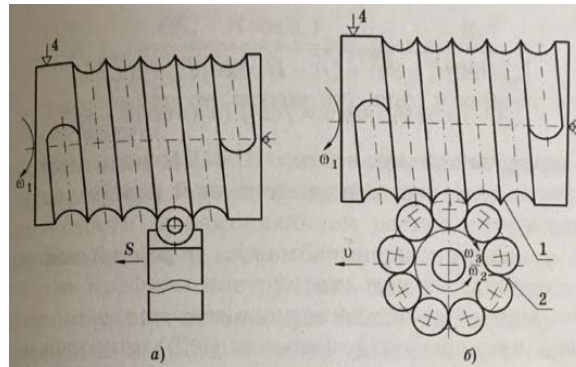


Рис. 1. Методы обработки винтовых поверхностей точением:
a – профильное точение; *б* – ротационное точение;
 1 – начальная прямая; 2 – начальная окружность

Для определения профиля режущего элемента получены уравнения вида [1]:

$$\begin{aligned} \sqrt{(R \operatorname{ctg} \eta - S)^2 + (A - R \cos \theta_0)^2} &= f(x) \\ (A - \rho \cos \theta) \rho \sin \theta &= f(x) f'(x) (\rho \cos \theta - R_H), \end{aligned} \quad (1)$$

где ρ – полярный радиус-вектор точки профиля инструмента;
 η – половина угла конуса передней поверхности режущей чашки;
 S – понижение вершины конуса передней поверхности по отношению к оси изделия;
 R_H – радиус начальной окружности инструмента;
 A – расстояние между осями изделия и инструмента;
 R – радиус профиля винтовой поверхности;
 θ_0 – угол профиля изделия в пределах рабочего участка;
 ϵ – вспомогательный угол;
 $U = f(x)$ уравнение профиля винтовой поверхности.

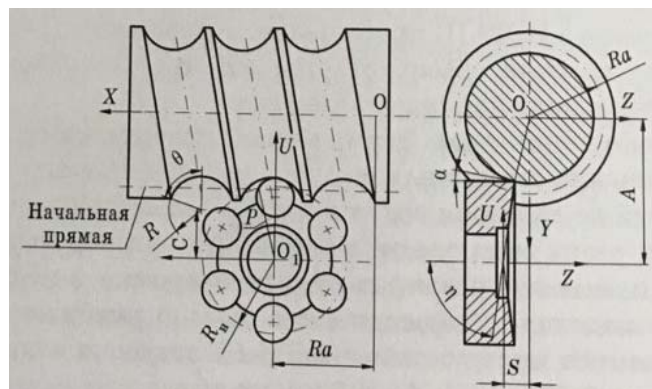


Рис. 2. Установка ротационного модуля при точение винтовой поверхности

Ротационный модуль с режущим элементом, у которого задняя поверхность цилиндрическая, обладает преимуществом в рациональном распределении мгновенной толщины среза за один оборот инструмента, а также в постоянстве профиля режущего элемента при переточках.

Анализируя результаты по ротационному модулю для точения скважинных забойных двигателей, пришли к выводу, что при способе обработки режущая кромка инструмента врезается постепенно, что позволяет достичь шероховатости.

Список литературы

1. Петровский Э. А., Петровский Д. Э. Инструментальные левитационные модули : монография. Красноярск : СФУ ; Старый Оскол : ТНТ, 2016. 416 с.
2. Сутягин А. В., Малько Л. С., Трифанов И. В. Технологические особенности многолезвийной обработки винтовых поверхностей ротационным точением // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М. Ф. Решетнева. 2011. № 3 (36).
3. Гик Л. А. Принципы создания и классификации схем ротационного резания // СТИН. 2005. № 7, С. 25–28.
4. Петровский Э. А., Лебедева И. Б., Мельникова Н. А. Системный анализ и оптимизация затрат на качество // Стандарты и качество. 2003. № 9. С. 78.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЭМУЛЬГИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Д.А. Мельников*

Научный руководитель Е.И. Лесик
кандидат химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Применение химических методов интенсификации добычи нефти при разработке нефтяных месторождений приводит к появлению ряда проблем, осложняющих подготовку нефти на промыслах. Растет обводненность добываемой продукции скважин, происходит образование высокоустойчивых во времени водонефтяных эмульсий, поступающих на установки подготовки нефти. Вода в нефти является нежелательным компонентом. При содержании ее выше 0,5 % и наличии в ней растворенных солей резко возрастает коррозионный износ оборудования, выработка насосных агрегатов, увеличиваются затраты на транспортировку. Также немаловажной проблемой при подготовке нефти является образование вторичных эмульсий – эмульсий промежуточных слоев, разрушение которых требует повышенного расхода деэмульгатора, что приводит к удорожанию себестоимости конечного продукта.

Несмотря на то, что рынок деэмульгаторов является весьма обширным и разнообразным, подавляющее большинство продуктов содержат в своем составе весьма токсичные и потенциально опасные для окружающей среды соединения. С учетом того, что месторождения Восточной Сибири преимущественно располагаются в хрупкой экосистеме Крайнего Севера и относительной транспортной удаленности от центров снабжения, использование таких реагентов представляет собой большую опасность.

Поэтому, в настоящее время, актуальной задачей является совершенствование и поиск новых современных высокоэффективных деэмульгаторов с высоким содержанием активного компонента, способных к разделению устойчивых и вторичных водонефтяных эмульсий, при тех же или меньших концентрациях, но более безопасных с точки зрения их эксплуатации и транспортировки.

Наряду с привычными и широко распространенными жидкими деэмульгаторами существуют твердые нанопорошки металлов [1], полученные способом электрического взрыва проводника или газофазного синтеза, обладающие уникальными химическими и каталитическими свойствами.

Стабилизация эмульсии под действием адсорбции высокодисперсных частиц твердых тел оказывается значительно более высокой, чем при стабилизации их адсорбционными слоями ПАВ. Это связано с большой механической прочностью межфазных защитных слоев частиц, образующихся в виде самостоятельной поверхностной фазы на границе раздела фаз. По всей видимости, высокодисперсный порошок нитрида алюминия, адсорбируясь на поверхности

* © Мельников Д.А., 2019

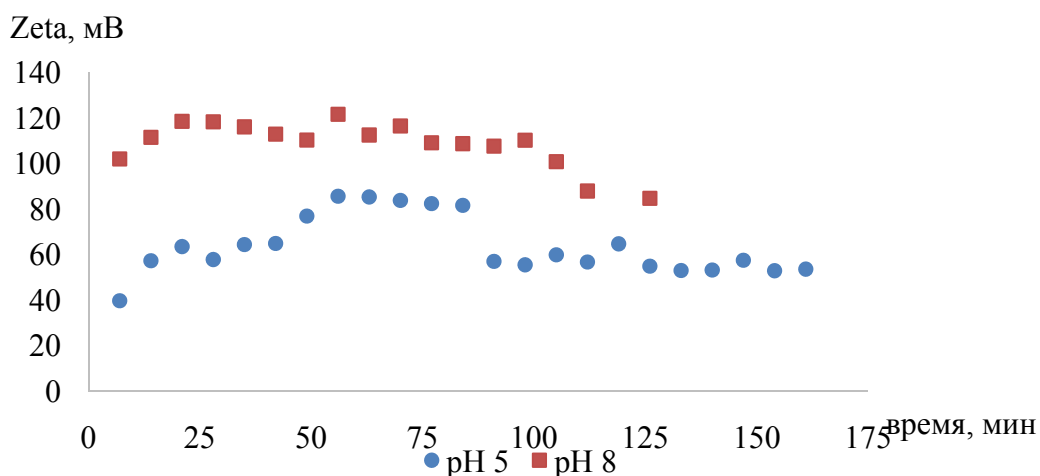
капли воды в водонефтяной эмульсии, образует более прочный слой, вытесняя с поверхности капли природные эмульгаторы.

Эффективность и совместимость деэмульгатора с водонефтяной эмульсией, главным образом, определяется ее групповым составом, концентрацией минеральных солей, а также значением pH. Известно, что при высоком содержании смол и асфальтенов, высокой минерализации, образуются прочные бронирующие оболочки, препятствующие слиянию капель воды и, как следствие, затрудняющие разделение эмульсии на воду и нефть.

Изучение свойств (CVI, Zeta – потенциал, электропроводность, влияние pH среды на стабильность образца, влияние содержания электролита, поведение в модельном растворе пластовых вод) 1%-го водного раствора промышленного образца высокодисперсного порошка нитрида алюминия (AlN , $D50 = 1,0–3,0$ мкм; $SSA-BET = 2,5–3,5$ гр/м²; плотность 3,26 г/см³; насыпная плотность 1,8–2,0 г/см³) на приборе Dispersion Technology Instruments – DT-1202 (USA) позволило определить возможность его применения в условиях максимально приближенных к реальным.

Было установлено, что образец стабилен и не вступает в химическое взаимодействие с дистиллированной водой при $pH < 5$ ($Zeta > |30|$, имеет относительный положительный поверхностный заряд), также стабилен при $pH > 10$ ($Zeta > |30|$, имеет относительный отрицательный поверхностный заряд) с образованием продукта гидролиза – псевдобемита [2] – байерита ($Al_2O_3 \cdot 3H_2O$). Что подтверждается увеличением значения удельной электропроводности – образованием ионов аммония, увлечением среднего размера частиц с 2,93 до 3,94 мкм.

В модельном растворе-имитате пластовых вод с минерализацией по хлористым солям 220 г/дм³ при 25 °C и начальными значениями pH: 5; 8 было установлено (рисунок), что устойчивость ($Zeta$, мВ) высокодисперсного нитрида алюминия при нахождении его в ячейке составляет соответственно (15 мин/60 мин/120 мин): 57/85/55 мВ; 111/112/85.



Прибор – Dispersion Technology Instruments – DT-1202, образец 1 % масс. AlN ($D50 = 1,0 – 3,0$ мкм), растворитель – модельный раствор-имитат пластовых вод, температура в ячейке 25 °C

Рис. График зависимости $Zeta$ (мВ) – t (мин)

При этом было замечено уменьшение удельной электропроводности раствора, что соответствует уменьшению содержания ионов в растворе и переходу их в твердую фазу – комплексное соединение ионов Na^+ и Al^{3+} , о чем также свидетельствует промежуточное увеличение стабильности – образование более устойчивой формы. Также зафиксировано замедление роста рН, по сравнению с дистиллированной водой, а в случае с начальным рН 8 – снижением его значения.

Определение группового состава образца нефти Куюмбинской площади было выполнено лабораторным методом [3]. Результаты определения представлены в таблице.

Таблица

Групповой состав разгазированной нефти

Узкая фракции, №	Показатель преломления, n_{20}	Отнесение к группе углеводородов	Содержание	
			массовое, г	массовое, %
1	1,3781	Парафины	0,0110	2,20
2	1,3791			
3	1,3880	Нафтены	0,0610	12,20
4	1,4005			
5	1,4040			
6	1,4110			
7	1,4173			
8	1,4907	Моноциклические	0,0494	9,88
9	1,4974			
10	1,4970			
11	1,5601	Бициклические	0,0214	4,28
12	–	Полициклические	0,1109	22,18
–	–	Асфальтены	0,0069	1,38

Исходя из полученных данных, изучаемый образец можно классифицировать следующим образом: нефть смолистая (смола не менее 4,28 %), парафиновая (парафинов не менее 2,20 %), содержание нафтенов 12,20 %, содержание асфальтенов 1,38 %. Плотность обезвоженной нефти методом центрифугирования, определенная с помощью пикнометра – 769,7 кг/м³.

Эффективность высокодисперсного порошка нитрида алюминия как деэмульгирующей добавки определяли бутылочным методом, используя 1 % растворы AlN ($D_{50} = 1,0\text{--}3,0$ мкм, $D_{50} = 0,7\text{--}1,0$ мкм) в дистиллированной воде. Вносили в подготовленную водонефтяную эмульсию объемного состава: 70 % нефти Куюмбинской площади и 30 % модельного раствора пластовых вод с минерализацией по хлористым солям 220 г/дм³, в различных концентрациях от 50 до 150 гр/т при температуре эмульсии 55–60 °С. Высокодисперсный порошок нитрида алюминия показал высокую деэмульгирующую эффективность

при низких концентрациях, обеспечил четкое разделение эмульсии без образования «плавающего слоя».

Список литературы

1. Акимов А. С. Влияние нанопорошковых металлов на разрушение водо-нефтяных эмульсий // Химия и химическая технология неорганических веществ и материалов. 2011. № 8. С. 31–33.
2. Fukumoto S., Hookabe T. Hydrolysis behavior of aluminum nitride in various solutions // Journal Of Materials Science. 2000. № 35. С. 2743–2748.
3. Ахметова Р. С., Глозман Е. П. Определение группового состава битумов // Высокосернистые нефти и проблемы их переработки. М. : Химия, 1968. № 8. С. 170–181.

МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПАРКОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

С.В. Монгуш*

Научный руководитель С.Ч. Монгуш
кандидат технических наук, доцент

Тувинский государственный университет

Основным фактором последовательного повышения уровня эффективности строительного производства является его оснащенность техническими средствами. Строительная техника в существенной степени определяет технологию работ и их организационные структуры. Уровень производственной мощности, повышение качества выполняемых работ и высокая производительность парка строительных машин – все это зависит от состояния парка строительных машин, его возрастной, типоразмерной, технологической структуры, стоимости, работоспособности, гибкости при изменении выполняемых строительно-монтажных работ. Парк строительных машин (экскаваторы, бульдозеры, краны и другое различное оборудование) составляет активную часть средств производства и, соответственно, быстро оборачиваемую долю основного капитала предприятия и отрасли в целом (рисунок).



Рис. Парк строительных машин

Таким образом, необходимы исследования по методикам формирования и оптимизации парка строительных машин, потребности в строительных машинах, обновлении, модернизации, замене старой техники, а также вопросов производственной и технической эксплуатации парков строительных машин. Актуальность проблемы формирования, оптимизации парка строительных машин привлекало множество отечественных и зарубежных ученых, таких как

* © Монгуш С.В., 2019

Н. В. Асташкин, А. П. Бчмян, А. И. Власов, Н. Г. Гаркави, М. Д. Хайт, Д. Дуглас, С. В. Репин и др. [1–4, 6].

В работе Гаркави Н. Г. [3] рассматриваются вопросы формирования парка строительных машин в условиях неполной определенности, выбор критериев эффективности и анализ ограничений, накладываемых условиями эксплуатации на параметры машин. Методика проведения межтиповой и внутритиповой оптимизации параметров машин и оптимизация состава отрядов машин, эксплуатируемых в условиях неопределенности объемов работ.

Работа Власова А. И. [2] рассматривает вопросы оптимизации использования машин на земляных работах в дорожном строительстве. Автор ставит своей целью обеспечить максимальное использование дорожно-строительной техники, исключив вынужденные простои машин из-за недостаточной загрузки в потоке работ. Такая постановка задачи представляет интерес с точки зрения методики расчета оптимального использования машин.

Американский ученый из Стенфордского университета Д. Дуглас дал математическую модель строительного оборудования [6]. Критерий оптимума – это прибыль владельца машин от возраста машин. Модель построена на экспоненциальных зависимых, с учетом колебаний цен от возраста машин:

- а) балансовая стоимость машин с учетом колебаний цен;
- б) затраты на эксплуатацию и ремонт за срок жизни;
- в) налог в зависимости от полученной прибыли.

По исследованиям вышеперечисленных авторов в настоящее время существуют следующие методы определения потребности в строительной технике:

- 1) определение потребности в оборудовании по трудоемкости производственной программы;
- 2) балансовый метод определения потребности в оборудовании, основанный на построении балансов по машинам определенного назначения;
- 3) метод определения потребности в оборудовании для замены изношенного по нормам амортизации;
- 4) определение потребности в оборудовании для замены изношенного и устаревшего по коэффициенту выбытия оборудования;
- 5) определение потребности в оборудовании на замену изношенного и устаревшего по возрастной структуре парка машин.

Опыт показывает, что оптимальный результат получают, рассчитывая потребность в строительной технике различными способами как по отдельности, так и совместно [4, 5].

Таким образом, проведенный обзор показывает, что исследованиям парка строительных машин посвящено достаточно много работ. Вопрос изучен как с организационных, технико-эксплуатационных, так и с экономических сторон, но проведенные исследования не в полной мере освещают современные особенности развития парка строительных машин, сложившиеся в процессе становления рыночных отношений.

Список литературы

1. Бчемян А. К. Методы формирования парка строительных машин и контроль за их использованием. М. : Стройиздат, 1980. 217 с.
2. Власов А. И. Оптимизация использования машин на земляных работах в дорожном строительстве : автореф. дис. ... канд. техн. наук: (487) / Дальневосточный политехнический институт им В. В. Куйбышева. Владивосток, 1971. 21 с.
3. Гаркави Н. Г. Комплектование парка машин в условиях неполной определенности : монография / Военная Академия тыла и транспорта. Л. : ВАТТ, 1968. 110 с.
4. Репин С. В. Методология совершенствования эксплуатации строительных машин. СПб., 2005. 164 с.
5. Зазыкин А. В., Репин С. В., Ховалыг Н-Д. К. Управление сроками службы машин в эксплуатации с помощью информационной автоматизированной системы // Вестник гражданских инженеров : научно-технический журнал. 2009. № 1(18) С. 85–94.
6. Mathematical model can decide economic plant life. Highweys and Public Works. 1969. 37 N 1712. 38–39.

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТОЖИДКОСТНЫХ ДЕМПФЕРОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ БУРИЛЬНЫХ КОЛОНН

В.А. Морозова*

Научный руководитель Э.А. Петровский
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель К.А. Башмур
Сибирский федеральный университет

В процессе эксплуатации бурильная колонна находится в условиях сложного напряженного состояния. Эти напряжения обусловлены следующими видами колебаний: осевыми, крутильными, боковыми.

Каждый из перечисленных видов колебаний оказывает отрицательное воздействие на бурильную колонну и, в конечном счете, приводит к износу и поломке оборудования. В процессе продольных колебаний происходит значительное изменение действующей осевой нагрузки на буровой инструмент, что существенно влияет на механическую скорость бурения и ресурс бурового инструмента.

Рациональное демпфирование обеспечивает более согласованный процесс бурения, в результате чего наблюдается меньшее разрушение и износ долота, может быть обеспечен больший срок службы долота и всей бурильной колонны. Для процесса демпфирования применяются наддолотные демпферы [1].

Недостатками модификаций демпферов бурильной колонны с демпфирующими элементами – пружинами либо техническими резинами являются: высокие затраты на обслуживание и ремонт, сложность конструкции, невозможность изменения параметров демпфирования [2].

Известно широкое применение магнитных жидкостей в технике, в частности в демпферных системах, так как они обладают хорошей демпфирующей способностью – под действием постоянных или электромагнитных полей изменять свою вязкость, плотность, величину поверхностного натяжения до величин, необходимых для снижения колебаний. Магнитная жидкость представляет собой коллоидный раствор, частицы которого образованы ферромагнитными наночастицами, распределенными в воде или каком-либо органическом растворителе (керосин, простые эфиры).

Особенность магнитной жидкости заключается в сочетании высокой текучести и намагниченности – в десятки тысяч раз больше, чем в обычных жидкостях, поскольку каждая наночастица является самостоятельным постоянным магнитом. Под воздействием магнитного поля магнитные моменты частиц ориентируются, а свойства жидкости изменяются [3].

Демпфирование магнитной жидкостью происходит из-за внутреннего трения в жидкости, диссипируется кинетическая энергия нежелательных механических смещений и вибраций.

* © Морозова В.А., 2019

В рассмотренной конструкции магнитожидкостного демпфера, в котором свойства магнитной жидкости изменяются под воздействием электромагнитного поля, выявлены следующие недостатки: сложность конструкции, неспособность снижения колебаний значительных величин, запаздывание показаний датчиков, большие затраты на электроэнергию, сложности при подаче электроэнергии к электромагнитам через колонну [4].

Следовательно, необходимо рассмотреть возможность снижения колебаний в бурильной колонне применением магнитожидкостных демпферов с постоянными магнитами. На рисунке приведена принципиальная схема предлагаемого демпфера.

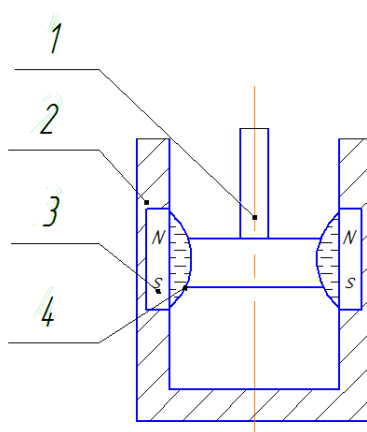


Рис. Принципиальная схема магнитожидкостного демпфера продольных колебаний

Представленный на принципиальной схеме демпфер состоит из поршня 1 с возможностью возвратно-поступательного движения при возникновении продольных колебаний, помещенного в корпус 2, в стенке которого находятся постоянные кольцевые магниты 3, удерживающие магнитную жидкость на внутренней стенке рабочей полости демпфера. Капля магнитной жидкости 4 находится в постоянном магнитном поле и имеет характеристики, достаточные для вязкого взаимодействия с поршнем 1. Величина вязкости капли магнитной жидкости зависит от концентрации магнитных наночастиц, а также свойств материала постоянных магнитов [5].

Применение магнитожидкостных демпферов с постоянными магнитами обеспечит непрерывный процесс демпфирования продольных колебаний, а также повлияет на снижение общей стоимости процесса бурения за счет отсутствия затрат на электроэнергию на процесс демпфирования и простоев на внеплановый ремонт демпфирующих устройств, долот и бурильных колонн.

Список литературы

1. Башмур К. А., Петровский Э. А., Нашиванов И. С. Технологические возможности ударных виброгасителей для повышения надежности бурового оборудования // Строительство нефтяных скважин на суше и на море. 2018. № 2. С. 9–14.

2. Патент № 2467150. Амортизатор для бурильной колонны / Андоскин В. Н. Кобелев К. А. Тимофеев В. И., Пермяков В. С., ООО «Радиус-Сервис», 2011.
3. Старовойтов В. А. Использование магнитных жидкостей для герметизации вращающихся частей // Вестн. КузГТУ. 2005. № 2 (46). С. 23–25.
4. Патент № US 2012/0085581 A1 System and method for damping vibration in a drill string using a magnitoeological damper / Daniel E., Jason R., Lamar F., APS Technology, Inc, 2011.
5. Одинаев С., Комилов К., Зарипов А. Зависимость коэффициентов вязкости магнитной жидкости от параметров состояния // Журнал физической химии. 2010. Т. 84. № 7. С. 1368–1371.

РАЗРАБОТКА ПРОПИТОЧНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЙ НЕФТИ

О.В. Мотурняк*

Научный руководитель Е.И. Лесик
кандидат химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На данный момент в качестве связующего элемента между рельсовыми нитями и балластной призмой на железных дорогах России используются, в основном, деревянные шпалы. Активное использование деревянных шпал связано с устойчивым развитием современной лесной и лесоперерабатывающей отрасли, которые позволяют восстанавливать лесные богатства за средний срок службы обработанных деревянных шпал [1]. Необработанное дерево может служить от 4 до 7 лет до начала гниения или повреждения, например, термитами. Перед укладкой шпалопродукция подвергается пропитке каменноугольными и сланцевыми маслами, которые позволяют увеличить срок службы шпал в 8–10 раз [2].

Каменноугольное масло представляет собой побочный продукт процесса переработки угля при получении кокса, используемого в металлургической промышленности при производстве стали и алюминия.

Каменноугольное масло негигроскопично и весьма устойчиво к вымыванию из древесины, обладает высокой токсичностью по отношению к дереворазрушающим грибам и насекомым, не понижает механических свойств древесины и не корродирует металлы.

К недостаткам используемого каменноугольного пропиточного масла следует отнести наличие в его составе легколетучих, токсических, канцерогенных ароматических соединений [3].

Актуальность и важность данной работы обусловлена ужесточением экологических требований для материалов, используемых в качестве антисептических и биоцидных составов для пропитки древесины. В связи с этим создание менее токсичных и технологически эффективных материалов для пропитки древесины является перспективным направлением с точки зрения экологической и экономической целесообразности изготовления, эксплуатации и утилизацией отработанных железнодорожных шпал [4, 5].

Таким образом, целью работы является разработка водоземлемого асептического пропиточного состава, который будет оказывать менее вредное воздействие на человека и окружающую среду, и расширение сырьевой базы антисептиков для пропитки древесины на основе тяжелых нефтяных остатков.

Для осуществления данной цели предложено использовать для пропитки шпалопродукции водную эмульсию на основе асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО). АСПО представляют собой высокодисперсные суспензии

* © Мотурняк О.В., 2019

кристаллов парафино-нафтеновых углеводородов, асфальтено-минеральных примесей в маслах и смолах [6]. С учётом все возрастающих в настоящее время объёмов добычи при существующих методах количество асфальтосмолистопарафиновых отложений (АСПО) неуклонно растёт.

По оценкам специалистов в России ежегодно образуется несколько сотен тысяч тонн АСПО [7]. В связи с этим идёт разработка технологий переработки АСПО с целью получения из них ценных компонентов для нефтеперерабатывающей и химической промышленности.

Использование в качестве компонента пропиточного состава АСПО решает не только задачу по замене токсичного каменноугольного масла, но и задачу комплексного и эффективного использования ресурсного потенциала.

Объектами исследования являлись:

- смолопарафиновая фракция (СПФ) АСПО отложений резервуаров для хранения товарной нефти АО «АНПЗ ВНК», состав и технология выделения исследуемого АСПО приведен в [8]:

- вода дистиллированная;
- анион, катион и неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Для пропитки гидрофильным составом на основе водной эмульсии СПФ АСПО в данной работе использовались преимущественно соли четвертичных аммониевых оснований [9].

Применяемые методы исследования:

- агрегативная устойчивость;
- определение группового состава смолопарафиновой фракции методом люминесцентной хроматографии;
- определение поверхностного натяжения критической концентрации мицеллообразования (ККМ), растворов поверхностно-активных веществ на приборе Дю-Нуи методом отрыва кольца;
- определение краевого угла смачивания [9];
- оценка устойчивости эмульсии по периоду полураспада, оценка эффективности защитных средств ПАВ, АСПО, эмульсий (фунгицидная токсичность);
- кинетика пропитки древесины составами на основе тяжёлых нефтяных остатков.

В работе исследовано энергетическое взаимодействие поверхности раздела фаз раствора ПАВ – СПФ. Поверхностную энергию взаимодействия исследуемых систем оценивали по показателям энергии адгезии и коэффициенту растекания. Полученные данные приведены на рисунке. Была проведена оценка эффективности защитных средств в зависимости от условий эксплуатации по отношению к дереворазрушающему грибу *Trichoderma*. Определение защищающей способности антисептика заключается в измерении ширины зоны обрастания агарового блока мицелием гриба на образцах.

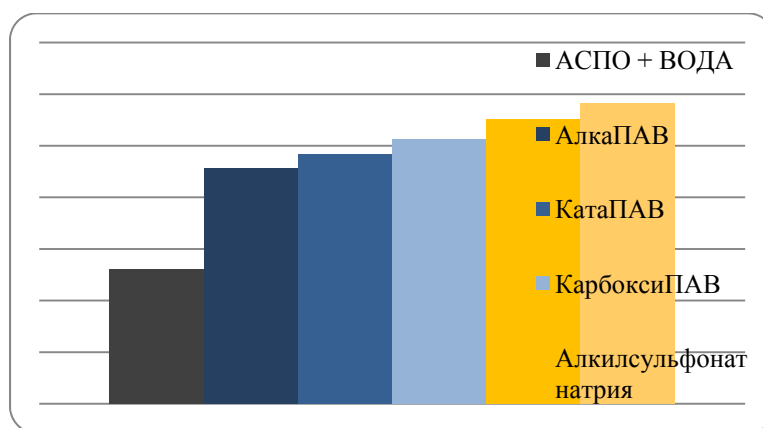


Рис. Относительная работа адгезии Z_a

Выводы: установлено, что для пропитки древесины антисептическим составом СПФ АСПО применяемые в работе эмульгаторы СептаПАВ ХС.70 и алкилсульфонат натрия обладают большей поверхностной активностью и образуют стабильные водные эмульсии на основе СПФ АСПО, результаты испытаний на грибостойкость образцов ПАВ, АСПО и эмульсий показывают, что плесневелые грибки не развиваются вообще или развиваются по краю испытываемого материала, не затрагивая его основную поверхность.

Список литературы

1. Особенности подхода к утилизации деревянных шпал : сайт. URL: x1om.ru/recycling-and-disposal/utilizaciya-zhd-shpal-ili-shpaly-kak-vtorsyre.
2. Долматов Л. В., Кутуков И. Е. Нефтяной антисептик для пропитки древесины ЖТК – эффективный заменитель высокотоксичного каменноугольного масла / Уфимский государственный нефтяной технический университет. 19 с.
3. Маковская Т. И. Химический состав антисептиков, используемых шпалопропиточном предприятии Иркутской области // Вестн. ИРГТУ. 2006. Вып. 26. С. 103–111.
4. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2015 года и перспективу до 2030 года / утв. распоряжением ОАО «РЖД» : сайт. URL: http://doc.rzd.ru/public/ru?STRUCTURE_ID=704&layer_id=5104&id=3863.
5. ГОСТ Р ИСО 14040-1999. Управление окружающей средой. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура. М. : Госстандарт России, 2000.
6. Сергиенко С. Р., Таимова Б. А., Талалаев Е. И. Высокомолекулярные неуглеводородные соединения нефти (смолы и асфальтены). М., 1979. 270 с.
7. Елашева О. М. Повышение ресурсов углеводородного сырья вовлечением в переработку нефтесодержащих отходов : дис. ... канд. техн. наук : 05.17.07. М., 2003. 115 с.
8. Сотников О. В. Исследование группового состава АСПО и способы его применения в сферах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. 4 с.

9. Мотурняк О. В., Лысенко М. А. Создание и исследование пропиточных составов для древесины на основе тяжелых фракций нефти [Электронный ресурс].

ВЛИЯНИЕ КАТИОННЫХ ПРОМОТОРОВ НА СТРУКТУРНЫЕ И КАТАЛИТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА Pt/WO₄²⁻/ZrO₂

С.А. Наумова*

Научный руководитель А.В. Обухова
кандидат химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На направление модернизации нефтеперерабатывающих предприятий в настоящее время большое влияние оказывают жесткие экологические требования, предъявляемые к моторным топливам как международными, так и отечественными нормативами. Существенно ограничивается содержание серы, олефиновых, ароматических, углеводородов и бензола [1, 2]. Между тем ароматические компоненты обеспечивали высокие октановые характеристики бензинов.

Современные схемы производства реформулированного бензина предусматривают включение процессов изомеризации лёгких бензиновых фракций, которые позволяют получать высокооктановые и экологически безопасные изомеризаты. В качестве катализаторов процесса применяют платиносодержащие цеолиты, хлорированный оксид алюминия и сульфатированный диоксид циркония [3–5]. Общий недостаток этих катализаторов состоит в том, что они эффективны лишь при изомеризации узкой фракции алканов C₅-C₆ и не позволяют осуществлять селективную изомеризацию алканов с более длинной углеводородной цепью (с наиболее низкими октановыми числами) и переработку ароматических углеводородов, вследствие интенсификации реакций крекинга и процесса дезактивации.

Для соблюдения новых стандартов необходимы новые технологии производства экологически безопасных высокооктановых компонентов с пониженным содержанием ароматических углеводородов, прежде всего бензола. К таким технологиям можно отнести процесс гидроизомеризации бензолсодержащих бензиновых фракций, на бифункциональных катализаторах, гидрирующая способность которых обеспечивает осуществление реакции гидрирования бензола в циклогексан, а кислотные свойства – селективную изомеризацию циклогексана и содержащихся в сырье n-алканов в высокооктановые изомеры.

Анализ литературных источников показывает, что платиносодержащие катализаторы на основе вольфрамированного диоксида циркония проявляют высокую активность как в реакции изомеризации индивидуальных алканов C₇₊, так и в реакции гидроизомеризации смеси алкановых и ароматических углеводородов [4, 6, 7].

Благоприятное влияние на показатели каталитической активности, а также на повышение стабильности работы катализаторов могут оказывать добавки катионов металлов. В частности, промотирование системы на основе сульфати-

* © Наумова С.А., 2019

рованного диоксида циркония оксидами железа, марганца, алюминия, галлия или лантана приводит к повышению активности и селективности катализатора в реакции изомеризации алканов C₄-C₆ [8–12].

Влияние промотирующих катионов на свойства Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ катализаторов в литературе представлены в основном для реакции изомеризации индивидуальных алканов и носят весьма противоречивый характер [13, 14].

Целью настоящей работы являлось исследование влияния промотирующих добавок катионов марганца, алюминия и лантана на структурные свойства Pt/WO₄²⁻/ZrO₂ и его каталитическую активность в реакции изомеризации смеси алкановых и ароматических углеводородов.

Гидроксид циркония получали методом осаждения из раствора хлористого цирконила раствором гидроксида аммония при постоянной величине pH [7]. Промотирование гидроксида циркония катионами Mn, Al и La осуществляли методом совместного осаждения их гидроксидов [7]. Термическую обработку соосажденных гидроксидов проводили при температуре 800 °С.

Модифицирование вольфрамат-анионами осуществляли методом пропитки гидроксидных предшественников раствором метавольфрамата аммония. Высушенные образцы модифицированного гидроксида циркония подвергали термической обработке в кварцевом реакторе на воздухе при температуре 800 °С. Платину (0,5 мас. %) наносили путем пропитки образцов модифицированного диоксида циркония водным раствором платинохлористоводородной кислоты с последующим прокаливанием.

Содержание вольфрама, марганца и алюминия контролировали методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа на спектрометре PANalytical Axion^{max}.

Фазовый состав устанавливали по рентгенограммам, которые снимали на дифрактометрах PANalytical X'Pert PRO с детектором PIXcel и графитовым монохроматором и ДРОН-3, используя отфильтрованное CuK_α-излучение.

Каталитические свойства в реакции изомеризации модельной смеси *n*-гептана с бензолом (10 мас. %) исследовали на автоматизированной установке с проточным реактором при атмосферном давлении, температуре 250 °С, объемной скорости подачи углеводородного сырья 1 ч⁻¹. Продукты изомеризации анализировали в режиме online с использованием газового хроматографа в составе каталитической установки.

При исследовании фазового состава немодифицированного диоксида циркония было установлено, что при температуре 800 °С кристаллизуется преимущественно стабильная моноклинная модификация диоксида. Введение в диоксид циркония катионов алюминия или лантана приводит к формированию преимущественно метастабильной тетрагональной формы диоксида циркония. В пределах изученных концентраций промотора в указанной системе не образуются другие кристаллические фазы, кроме ZrO₂, в т. ч. не установлено наличия индивидуальных кристаллических фаз оксида алюминия или лантана. В образцах, промотированных катионами марганца, формируется преимущественно

моноклинная форма, при этом на рентгенограммах фиксируется в небольшом количестве индивидуальный Mn_2O_3 .

Для исследования влияния катионов на структурные свойства вольфрамированного диоксида циркония синтезировали катализаторы с содержанием вольфрамат-анионов 17,6 моль. %. Фазовый состав катализаторов $Pt/WO_4^{2-}/Me/ZrO_2$ ($Me^{3+}=Al, La, Mn$) независимо от концентрации и природы катионного промотора, был представлен нанокристаллическим ZrO_2 тетрагональной модификации. Нанесение платины не оказывало заметного влияния на формирование фаз.

При исследовании каталитической активности синтезированных образцов $Pt/WO_4^{2-}/Me/ZrO_2$ в реакции гидроизомеризации модельной смеси н-гептана с бензолом установлено, что введение катионов не оказывает заметного влияния на превращение содержащегося в сырье бензола в циклогексан и изомеризацию последнего в метилциклопентан. При этом показатели активности катализатора в превращения н-гептана имеют зависимость от типа промотирующего катиона.

Список литературы

1. Ясакова Е. А., Ситдикова А. В. Ахметов А. Ф. Тенденции развития процесса изомеризации в России и за рубежом // Нефтегазовое дело. 2010. № 1. С. 24.
2. Специальный технический регламент «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и отдельным горюче-смазочным материалам» : федер. закон. 2008.
3. Кузнецов П. Н., Кузнецова Л. И., Твердохлебов В. П. Каталитическая изомеризация низкомолекулярных парафиновых углеводородов в производстве экологически чистых высокооктановых бензинов // Технология нефти и газа. 2005. Т. 38. № 3. С. 20–31.
4. Боруцкий П. Н., Подклетнова Н. М. Каталитические процессы изомеризации и дегидрирования углеводородов для производства изокомпонентов бензинов // Катализ в промышленности. 2003. № 2. С. 86–88.
5. Gopal S., Smirniotis P. G. Pt/H-ZSM-12 as a catalyst for the hydroisomerization of C 5–C 7 n-alkanes and simultaneous saturation of benzene // Applied Catalysis A: General. 2003. V. 247. P. 113–123.
6. Dynamics of the activity and physicochemical characteristics of Pt/WO₄–ZrO₂ catalysts in the hydroisomerization of heptane and heptane–benzene mixtures / P. N. Kuznetsov, A. V. Obukhova, L. I. Kuznetsova, and et. al. // Catal. Lett. 2017. V. 147. P. 773–784.
7. Kuznetsova L. I., Kazbanova A. V., Kuznetsov P. N. Effect of promoters on the structure and catalytic properties of tungstated zirconia in n-heptane isomerization // Petroleum Chemistry. 2013. V. 53. № 5. С. 322–325.
8. Silva-Rodrigo R., Cruz-Domínguez E. L., Lugo-del Angel F. E. and et. al. Studies of sulphated mixed oxides ($ZrO_2-SO_4-La_2O_3$) in the isomerization of n-hexane // Catalysis Today. 2015. P. 197–208.

9. Avdeeva V., de Haan J. W., Janchen J. Acid sites in sulfated and metal-promoted zirconium dioxide catalysts // *Journal of Catalysis*. 1995. V. 151. P. 364–372.
10. Scheithauer M., Bosch E., Schubert U. A. Spectroscopic and microscopic characterization of iron- and/or manganese-promoted sulfated zirconia // *Journal of Catalysis*. 1998. V. 177. P. 137–146.
11. Gao Z., Xia Y., Hua W. and et. al. New Catalyst of SO₄²⁻/Al₂O₃/Zr for n-butane isomerization // *Topics Catalysis*. 1998. V. 6. P. 101–106.
12. Санников А. Л. Закономерности формирования катализаторов на основе сульфатированного диоксида циркония и их активность в изомеризации легких алканов : дис. ... канд. техн. наук : 13.04.07. 2007. 160 с.
13. Optimization of manganese content by high-throughput experimentation of Pt–Zr–Mn catalysts / M. L. Hernandez-Pichardo, J. A. Montoya de la Fuente, P. del Angel, and et. al. // *Catalysis Communications*. 2010. V. 11. P. 408–413.
14. Hua W., Sommer J. Alumina-doped Pt/WO_x/ZrO₂ catalysts for n-heptane isomerization // *Applied Catalysis A: General*. 2002. V. 232. P. 129.

ГЕОЛОКАЦИОННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ТРУБОПРОВОДА

В.И. Пачковский, Н.А. Гуров*

Научный руководитель Ю.Н. Безбородов
доктор технических наук, профессор

Научный руководитель А.Н. Сокольников
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В последние годы решение задач обеспечения промышленной и экологической безопасности трубопроводного транспорта приобретает особенное актуальное значение в связи с несанкционированными подключениями к трубопроводам, так называемыми «врезками». Такие противоправные действия в большинстве случаев приводят к чрезвычайным ситуациям: авариям и последующим загрязнением окружающей среды. Поэтому повышение надежности и безопасности технологических процессов при эксплуатации магистральных трубопроводов с применением современных методов и технологий дистанционного контроля является актуальной задачей [1].

На сегодняшний день в нефтегазодобывающих компаниях наиболее распространены три метода контроля несанкционированных врезок:

1) внутритрубная диагностика, недостатком которой является ее долгая периодичность (РД-39-132-94) [6];

2) визуальный контроль (в результате большой протяженности магистрального трубопровода под землей возникают проблемы с его визуальным контролем) [5];

3) контроль рабочих параметров технических процессов перекачки.

В настоящее время существующие приборы контроля технических параметров процесса перекачки обладают погрешностью в пределах 0,25–1 % [7].

Проанализировав существующие методы, можно сказать, что они недостаточно эффективны.

Целью данной работы является разработка технологии оперативного обнаружения несанкционированных врезок в магистральном трубопроводе.

Эксперимент проводился при помощи АБ-1000 и трех разных по диаметру и материалу труб, закопанных в песок.

Принцип действия большинства современных георадаров тот же, что и у обычных импульсных радаров. В изучаемую среду излучается электромагнитная волна, которая отражается от разделов сред и различных включений. Отраженный сигнал принимается и записывается георадаром. Принцип работы георадара показан на рис. 1 [10].

Метод по обнаружению несанкционированных врезок с помощью судна на воздушной подушке (СВП). Данный метод заключается в закреплении на СВП георадаров АБ-1000 с трех сторон на высоте 30–40 см от уровня земли,

* © Пачковский В.И., Гуров Н.А., 2019

которые, в свою очередь, находятся на стабилизирующей конструкции. Стабилизирующие конструкции нужны для того, чтоб убрать погрешность, которая появляется при вертикальных изменениях георадара. Принцип работы следующий: СВП перемещается вдоль изучаемой местности, в подповерхностный слой земли излучается электромагнитный импульс, который отражается от раздела сред или включения. Отражённый сигнал принимается и записывается прибором, полученный результат отображается на экран компьютера. Эксперимент по обнаружению отводов за счет СВП показан на рис. 2.

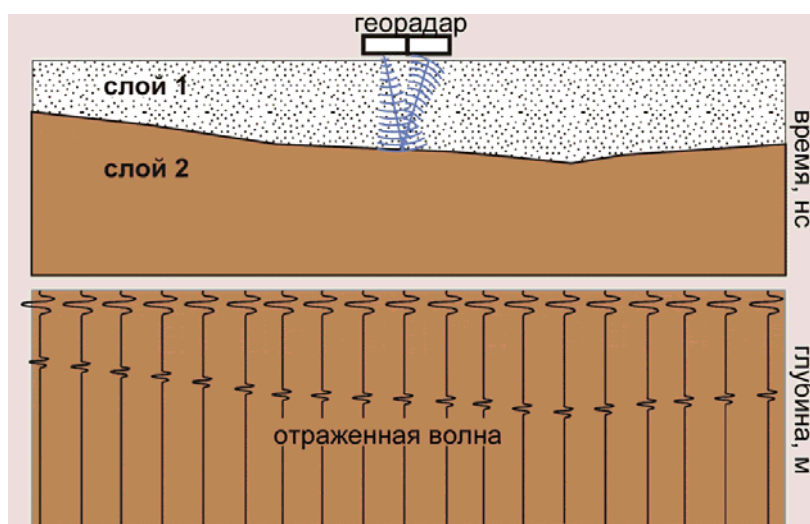


Рис. 1. Принцип работы георадара

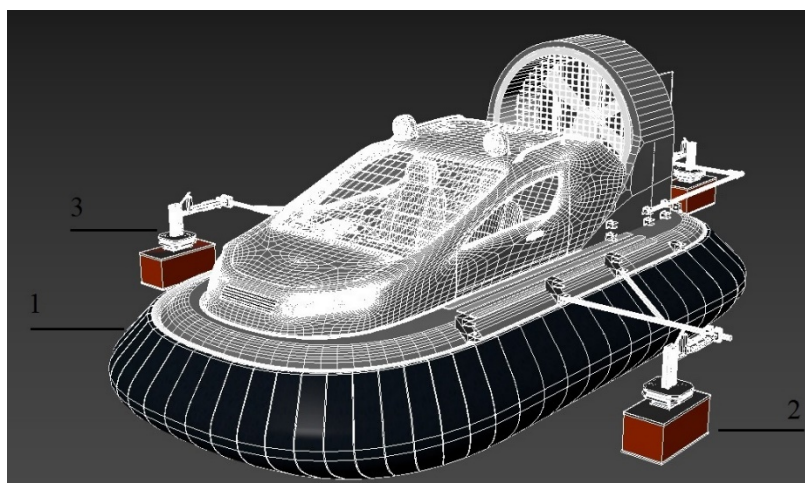


Рис. 2. Наземная геолокация за счет СВП: 1 – судно на воздушной подушке; 2 – георадар АБ 1000; 3 – стабилизатор движения

Список литературы

1. Публичное акционерное общество «Транснефть» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.transneft.ru> (Дата обращения: 18.02.2017).
2. Гольянов А. А. Анализ методов обнаружения утечек на нефтепроводах // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2002. № 10. С. 5–14.

3. Кутуков С. Е. Проблема повышения чувствительности, надёжности и быстродействия систем обнаружения утечек в трубопроводах // Нефтегазовое дело. 2004. № 2. С. 29–45.

4. Технология ремонта трубопроводов с применением чопов, патрубков и тройников : РД 91.200.00-КТН-119-07 : утв. приказом ОАО «АК Транснефть» от 11.05.2007.

5. Мамонова Т. Е. Модифицированный метод гидравлической локации для определения утечек в нефтепроводах : дис. ... канд. техн. наук / Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, 2012. 148 с.

6. Пат. 2176082 Российская Федерация, МПК G 01 N 27/83. Внутритрубный магнитный дефектоскоп [Текст] / Гаврюшин А. Ф., Цацуев М. С., Ферчев Г. П. ; заявители и патентообладатель ЗАО «Нефтегазкомплектсервис». № 2000132532/28 заявл. 26. 12.00 ; опубл. 20.11.01.

7. Первухин П. А. Методы и приборы обнаружения утечек нефтепродуктов [Электронный ресурс]. Интернетжурнал «Технологии техносферной безопасности», 2009. № 6. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (Дата обращения: 19.01.2017).

8. Эксплуатация магистральных нефтепроводов : учеб. пособие. 2-е изд. / под общ. ред. Ю. Д. Земенкова. Тюмень : ТюмГНГУ, 2001. 623 с.

9. Ультразвуковой метод контроля [Электронный ресурс]. URL: http://impuls-ndt.ru/article_info.php?articles_id=87 (Дата обращения: 18.02.2017).

10. Пат. 2119680 Российская Федерация, МПК G 01 V 3/11. Способ геоэлектромагнитной разведки и устройство для его реализации [Текст] / Кравченко Ю. П. ; заявитель и патентообладатель Кравченко Ю. П. № 94014548/25; заявл. 19.04.94 ; опубл. 27.09.98.

11. Пат. 2311319 Российская Федерация, МПК В 64 С 39/02. Беспилотный летательный аппарат для видеонаблюдения и способ его управления и передачи данных [Текст] / Юнайтид Текнолоджиз Копэрейшн; заявитель и патентообладатель Юнайтид Текнолоджиз Копэрейшн. № 96123282/28; заявл. 27.04.95 ; опубл. 20.07.99.

12. Георадар «ОКО-2» [Электронный ресурс]. URL: http://www.geotech.ru/market/katalog_oborudovaniya/georadar_oko. (Дата обращения: 18.02.2017).

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ МАССЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТИ

М.П. Сержантова*

Научный руководитель В.С. Тынченко
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Природные горючие ископаемые, такие как нефть и газ, являются основными энергоносителями и играют значительную роль в экономике любого государства.

В связи со стремительным развитием в мире нефтехимической промышленности, потребность в нефти увеличивается не только с целью повышения выработки топлив и масел, но и как источника ценного сырья для производства синтетических каучуков и волокон, пластмасс, красителей и др. Нефть уникальна комбинацией качеств: высокая плотность энергии, легко транспортировать, легко получить массу синтетических продуктов [1].

Добываемая на промыслах нефть содержит много примесей. Для подачи сырья в систему магистральных нефтепроводов нефть необходимо предварительно довести до нужного уровня качества.

Присутствие в нефти большого количества механических примесей затрудняет эксплуатацию скважин, повышает износ оборудования, усложняет обслуживание скважин, возрастают эксплуатационные расходы [2].

Влияние механических примесей на оборудование не зависит от рода происхождения: они забивают фильтры насосов или действуют как абразив, ускоряя процесс износа элементов оборудования или заклинивания их. Кроме того, механические примеси вызывают эрозию внутренней поверхности труб при транспортировке, образуют отложения в аппаратуре, что снижает коэффициент теплопередачи, повышает зольность остатков перегонки, содействуют образованию стойких эмульсий. В соответствии с требованиями действующих нормативных документов в товарной нефти механические примеси должны отсутствовать [3].

Контроль такого показателя, как количество механических примесей в нефти, важно осуществлять на всех этапах добычи, транспортировки, подготовки нефти. Исходя из дебита эксплуатируемых на сегодняшний день скважин и объемов нефти на рынке, возникает необходимость в модернизации существующих методик, а именно автоматизации лабораторного контроля показателя качества нефти: количества механических примесей в нефти.

Массовую долю механических примесей X в процентах вычисляют по формуле

* © Сержантова М.П., 2019

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m_3} \cdot 100,$$

где m_1 – масса стаканчика для взвешивания с бумажным фильтром и механическими примесями, г; m_2 – масса стаканчика для взвешивания с чистым подготовленным бумажным фильтром, г; m_3 – масса пробы, г.

Трудоемкость метода определения содержания механических примесей по составу составляет 2,20 чел/ч. На одной установке одновременно возможно проведение только одного испытания. Во время проведения испытания лаборанту необходимо непосредственно находиться возле установки, что исключает многозадачность [4].

Автоматизация методики состоит из включения в существующую установку следующих элементов: силиконовый шланг, штатив, клапан, тензометрический датчик, регулятор мощности, провод, плата сбора данных, ПК. Принцип сбора установки изображен на рисунке.

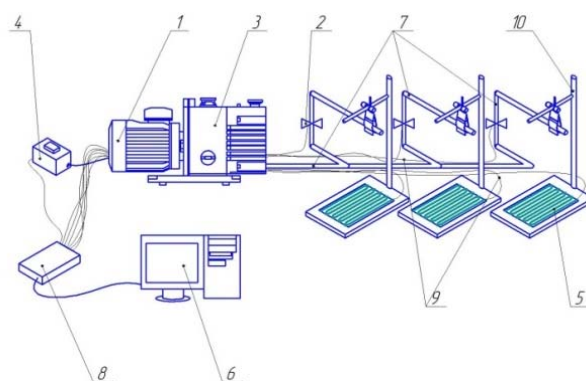


Рис. Автоматизированная установка определения механических примесей:
 1 – двигатель, 2 – клапан, 3 – вакуумный насос, 4 – регулятор мощности двигателя,
 5 – датчик определения массы колбы, 6 – компьютер, 7 – линия всасывания,
 8 – плата для сбора данных, 9 – провод, 10 – штатив

Принцип действия установки заключается в следующем: колба с воронкой присоединяется к шлангу, в нее вставляется фильтр, затем вся система устанавливается на основании штатива. Датчик массы, находящийся на основании штатива, откалиброван под объем используемой колбы. При установке колбы на датчик на плату сбора данных поступает сигнал, обрабатывается и передается на ПК, ответный сигнал поступает в двух направлениях: клапан – открывает соответствующую линию всасывания, регулятор мощности передает на двигатель насоса оптимальную мощность. При критическом объеме фильтрата в колбе, датчик массы передает соответствующую информацию на ПК, и соответствующая линия перестает участвовать в работе до момента смены лаборантом колбы.

Список литературы

1. Справочник нефтехимика : учебник / М. А. Далин [и др.]; отв. ред. С. К. Огородникова. Т. 2. М. : Химия, 1978. С. 388–390.
2. Абасова С. М. Анализ работы и антикоррозионная полимерная защита деталей погружных центробежных насосов // *Wschodnioeuropejskie czasopismo naukowe*. 2016. № 12. С. 60–66.
3. ГОСТ Р 51858-2002. Нефть. Государственный стандарт Российской Федерации. 2002. № 2-ст.
4. Сергеев И. В. Экономика предприятия : учеб. пособие. М. : Финансы и статистика, 1999. 304 с.

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРАТАЦИИ ИЛЛИТА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ПРОМЫВочНЫМИ ЖИДКОСТЯМИ НА ПОЛИМЕРНОЙ ОСНОВЕ

Е.И. Старостина*

Научный руководитель Л.С. Баталина
кандидат химических наук, доцент
Научный консультант А.Л. Неверов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Цель научной работы – подбор оптимального состава бурового раствора на водно-полимерной основе с целью предотвращения набухания глинистых минералов.

Задачи научной работы:

- изучить структуру иллита;
- провести экспериментальные исследования по подбору простых солей щелочных металлов, способствующих предотвращению гидратации глин;
- провести исследования явления гидратации подходящих глинистых минералов на тестере продольного набухания;
- выдать рекомендации по оптимизации состава бурового раствора предотвращающего набухание.

Актуальность данной работы обуславливается тем, что при бурении скважин существует проблема обрушения горных пород, одним из преобладающих факторов является наличие глинистых пород, многие из которых склонны к гидратации.

На рис. 1–5 наглядно представлены графические зависимости изменения линейных размеров исследуемых образцов в дистиллированной воде, растворах простых солей высокой концентрации, полиэлектролитных растворах и раствора силиката натрия.

Исследования показали, что степень набухания в дистиллированной воде ниже, чем в 26 % растворе хлорита натрия и 25 % растворе хлорита калия, что может быть объяснено трансляционным движением катионов и анионов. В полимерах степень набухания несколько ниже, но процент незначителен. Эти растворы также оказались неэффективными в отношении регулирования гидратации. Что касается жидкого стекла, то оно является эффективным дефлокулянт-ом, иначе говоря, в водных дисперсных системах оно способно растворять крупные механические агломераты в мелкие частицы и таким образом снижать вязкость некоторых суспензий. Проанализировав данные графиков 1–5, можно сделать вывод, что раствор силиката натрия проявил себя наиболее эффективным в отношении регулирования гидратации, наибольший процент гидратации по истечении 12 ч, составил 6,3 %. Исходя из проделанной работы, именно си-

* © Старостина Е.И., 2019

ликат натрия может быть рекомендован, в качестве добавки бурового раствора для предотвращения гидратации глин.

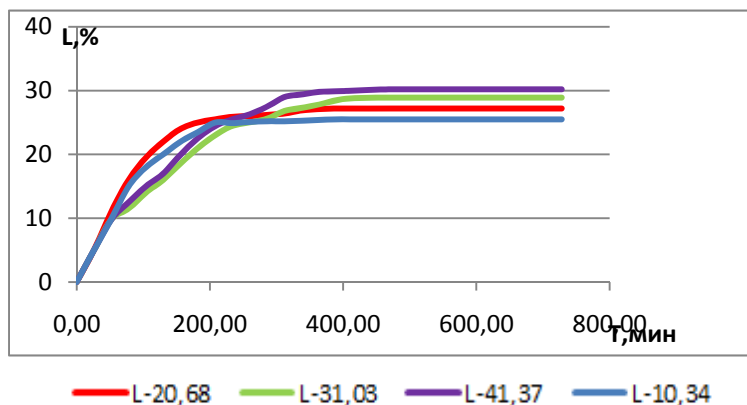


Рис. 1. Кривая степени набухания таблеток, спрессованных из иллитового глинопорошка при различных давлениях в дистиллированной воде

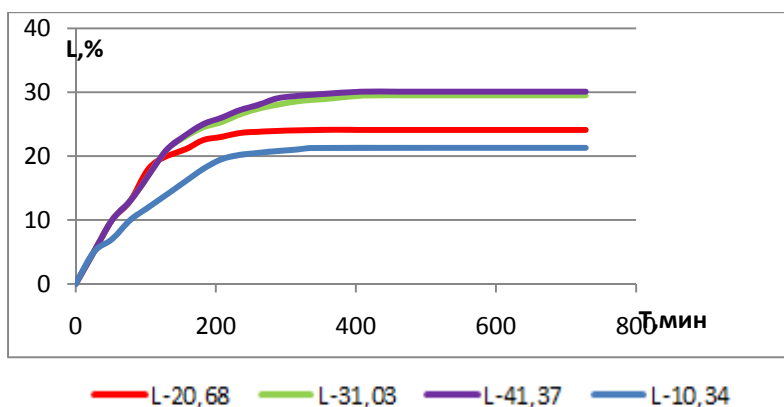


Рис. 2. Кривая степени набухания таблеток, спрессованных из иллитового глинопорошка при различных давлениях в 26 % растворе хлористого натрия

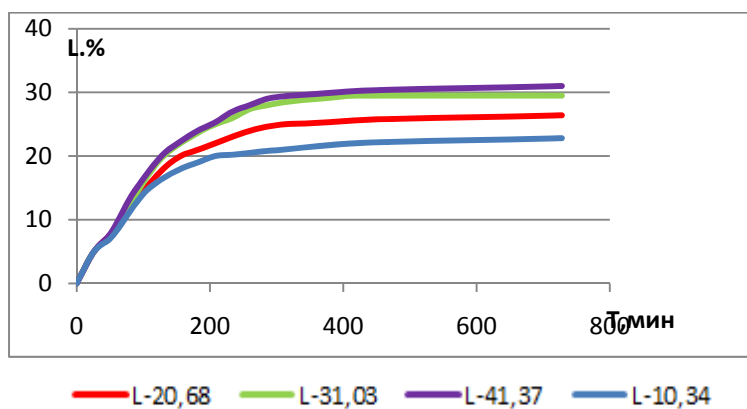


Рис. 3. Кривая степени набухания таблеток, спрессованных из иллитового глинопорошка при различных давлениях в 0,2 % растворе анионного полимера EZ-MUD DP (BAROID)

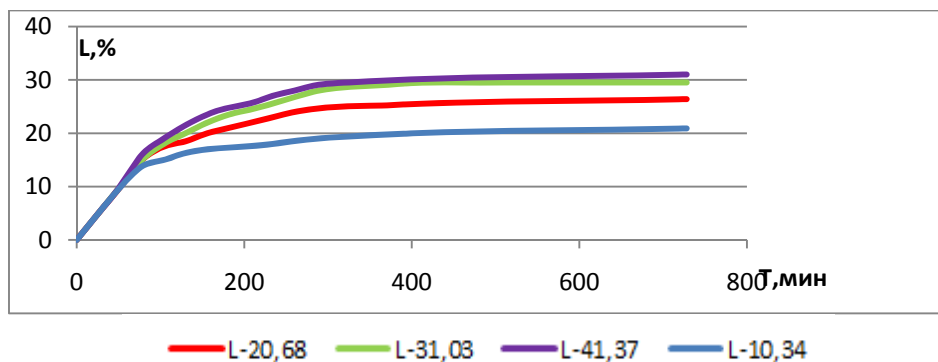


Рис. 4. Кривая степени набухания таблеток, спрессованных из иллитового глинопорошка при различных давлениях в 0,2 % растворе катионного полимера К-6279 (Besfloc)

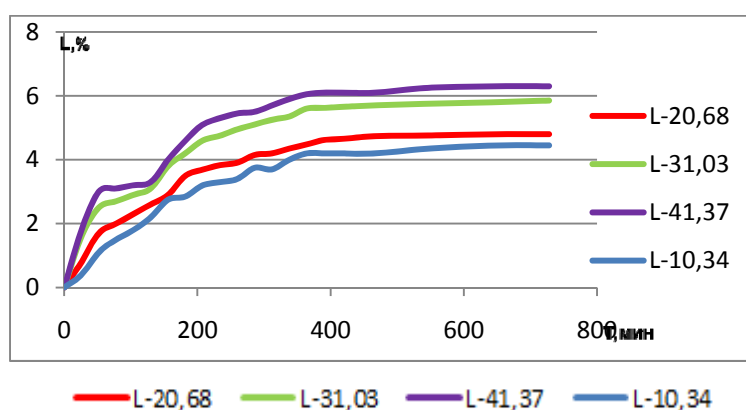


Рис. 5. Кривая степени набухания таблеток, спрессованных из иллитового глинопорошка при различных давлениях в 10 % растворе силиката натрия

Список литературы

1. Неверов А. Л., Николаев А. О., Минеев А. В., Гусев А. В. Буровые растворы на водной основе : метод. пособие. Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. 145 с.
2. Неверов А. Л., Рожков В. П., Баталина Л. С., Минеев А. В. Влияние простых солей на реологические свойства полимерных растворов для бурения комплексами ССК в глинистых отложениях // Известия Томского политехнического университета, 2013. Т. 323. № 1.
3. Неверов А. Л., Гусев А. В., Рожников В. П., Минеев А. В. Реологические свойства растворов акриловых полимеров для бурения скважин комплексами ССК // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАЕН. Геология, поиски и разведка рудных месторождений. 2012. Т. 40. № 1. С. 86–96.
4. Осипов В. И. Внутрикristаллическое разбухание глинистых минералов. 2011. С. 387–398.

СХЕМА МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.И. Третьяков*

Научный руководитель В.В. Бухтояров

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Ключевые слова: вибродиагностика насоса, методы анализа данных, мониторинг и диагностика оборудования, нейросети, схема мониторинга.

Цель – диагностирование технического состояния центробежного насоса. Создана схема диагностирования и мониторинга центробежного насосного оборудования. Для анализа и прогноза в данной схеме применяется две нейронных сети. Кратко описана работа данной схемы на предприятии.

Введение. Нефтегазовая отрасль экономики Российской Федерации является основой для формирования бюджета страны. Поэтому снижение затрат на планово-предупредительные ремонты и минимизация отказов, а также переход к обслуживанию и ремонту по состоянию (ОРТС) с помощью создания эффективной схемы мониторинга насосного оборудования является актуальной проблемой.

Основные преимущества системы ОРТС по сравнению с системой ППР:

- обслуживание и ремонт производится в том случае, когда это необходимо;
- объем ремонта соответствует степени развития дефектного состояния;
- существенное снижение затрат на поддержание работоспособности [1].

Схема мониторинга насосного оборудования. Для использования методов анализа данных на производстве необходима схема мониторинга и диагностики оборудования. Данная схема представлена на рисунке. Для начала к оборудованию подключаются вибродатчики (местами их установки могут быть подшипниковые узлы насоса и электродвигателя), которые собирают данные о работе агрегата. Далее данные проходят обработку и отсеивание, а именно методом очистки – процессом выявления и исправления ошибок, несоответствий данных с целью улучшения их качества. Преобразования выполняются автоматически, правила очистки выставляются вручную для каждого конкретного агрегата.

Анализ в режиме реального времени производится с помощью первой нейронной сети, которая сопоставляет данные по критическим значениям с шаблонными состояниями, такими как несоосность, дисбаланс, отсутствие смазки, дефекты подшипников. Данные по определению граничных значений для каждого из состояний определяются экспериментально на стенде или же получены на реально эксплуатируемых насосных агрегатах. Анализ может

* © Третьяков В.И., 2019

осуществляется, как показано на схеме по виброспектру и по спектру ударных импульсов или же по одному из указанных.



Рис. Схема мониторинга

Далее уже классифицированные по неисправностям данные поступают в блок хранения данных, все результаты подлежат хранению и могут быть использованы в случае необходимости. Следующий блок прогнозирования использует нейросеть номер 2, которая прогнозирует состояние оборудования на основе ретроспективных данных, а именно на основе самообучения нейронной сети. Система решает, сигнализировать о неисправности и дать небольшую рекомендательную информацию (оборудование нуждается в балансировке, требуется замена подшипника или же другое необходимое действие). Эффективность классификации нейронной сетью доказана в статье Ю. И. Зозули. Анализ фактических данных нейросетевого алгоритма классификации позволяет заключить, что алгоритм работает с достоверностью не менее чем 90 %, этого достаточно для использования его в режиме промышленной эксплуатации [2].

Метод применяемого анализа данных. Нейронные сети на сегодняшний день одни из наиболее мощных и динамично развивающихся инструментов интеллектуальной обработки информации. Они построены на основе аналогии работы головного мозга и обладают следующими возможностями: гибкая модель для нелинейной аппроксимации многомерных функций; средство прогнозирования во времени для процессов, зависящих от многих переменных; классификатор по многим признакам, дающий разбиение входного пространства на области; средство распознавания образов; инструмент для поиска по ассоциациям; модель для поиска закономерностей в массивах данных. НС свободны от ограничений обычных компьютеров благодаря параллельной обработке.[4] Следовательно, они имеют свойство обучения. Возможность обучения – одно из главных преимуществ нейронных сетей перед традиционными алгоритмами. Эффективность данного метода по сравнению с другими была доказана экспериментально в статье [3].

Схема мониторинга и диагностирования состояния на предприятии.

Данная система позволит решить такие проблемы и задачи, как:

1) обеспечение надежности, работоспособности. Данная схема повышает надежность ввиду постоянного мониторинга технического состояния. Исключает непредвиденный выход из строя технологического агрегата;

2) оптимизация стратегии технического обслуживания и ремонта. Позволяет не придерживаться графика ППР и сократить число ТОиР исходя из текущего состояния оборудования, основываясь на данных мониторинга;

3) обеспечение промышленной безопасности. Информация о техническом состоянии оборудования выводится на автоматизированное рабочее место оператора, тем самым данная схема позволяет минимизировать вероятность аварийной ситуации, что может повлечь за собой угрозу жизни или травмированию работника, обслуживающего данный агрегат;

4) повышение экономической эффективности. Переход к обслуживанию по фактическому состоянию позволяет продлить срок службы оборудования повысив его надежность, выявив дефекты на ранней стадии. Так же снизить затраты на обслуживание и ремонт или же покупку нового агрегата, вследствие выхода из строя, из-за несвоевременно обнаруженного дефекта;

5) наличие базы данных, содержащей результаты мониторинга. Отталкиваясь от данных мониторинга технического состояния за общую совокупность эксплуатации можно судить на сколько точно работает система, а также корректировать и оптимизировать систему ТОиР.

Эффективность и отсутствие непредвиденных отказов является важным фактором надежности для технологического объекта. Информация о неполадках: несоосность, дисбаланс, отсутствие смазки, дефекты подшипников выводятся на пульт оператора, который может принять решение о дальнейшей нагрузке на оборудование. При плохом техническом состоянии снизить нагрузку или перейти на резервное оборудование, если таковое имеется. Прогноз технического состояния покажет, что какой-либо из узлов в скором времени приблизится к критическому значению, нейронная сеть спрогнозирует остаточный ресурс.

Заключение. В статье предложена схема диагностики и мониторинга центробежного насосного оборудования. Система отличается тем, что позволяет повысить надежность и вести постоянный мониторинг для долговечной работы оборудования. В ее основе лежит работа нейронных сетей, один слой НС используется для сопоставления данных мониторинга с шаблонными значениями, второй для прогнозирования остаточного ресурса. Использование нейросетевых технологий является важным фактором, их эффективность доказана во многих областях науки и экспериментально в работе [3].

Список литературы

1. Ямалиев В. У., Гареев Р. Р. Определение технического состояния динамического оборудования по результатам диагностических измерений // Разработка нефтяных и газовых месторождений. 2012. Т. 10. № 3. С. 78–82.

2. Зозуля Ю. И., Слетнёв М. С. Разработка программного комплекса нейросетевой системы поддержки принятия решений по безопасному оперативному управлению нефтехимическим производством // Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности. 2013. № 11. С. 7–14.

3. Третьяков В. И., Бухтояров В. В. Метод технической диагностики и мониторинга состояния центробежного насоса ЦНС 60-330 // Перспективы науки. № 7(106). 2018. С. 8–11.

4. Заенцев И. В. Нейронные сети: основные модели : учеб. пособие. Воронеж, 1999. 76 с.

ВИБРОИЗОЛЯТОР ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ ВИБРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ОТ ТРУБОПРОВОДОВ И УСТАНОВОК НПЗ

С.А. Устин, К.А. Башмур*

Научный руководитель Э.А. Петровский
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Обычно считают, что основная причина колебаний трубопроводов механического происхождения (неуравновешенные силы инерции, действующие через жесткие конструкции на всю систему), а не аэродинамического и акустического (действие пульсации давления газа). Поэтому борьба с вибрациями осуществляется способами, не отличающимися от обычно применяемых, таких как устройство упругих упор, увеличение масс фундаментов. Но трубопроводы коренным образом отличаются от обычных конструкций тем, что они имеют источник вибрации в виде пульсирующего потока газа или жидкости в трубах. Кроме того, при устройстве пружинных опор вибрации трубопроводов могут даже увеличиваться. Это связано со сложностью определения места расположения опор и способом крепления трубопровода к опорам.

К настоящему времени разработаны многочисленные методы для устранения вибраций трубопроводов НПЗ. Условно их можно разделить на следующие группы [1, 2]:

- виброизолирующие пружинные опоры;
- виброизолирующие рессоры;
- гидравлические и пневматические виброизоляторы;
- виброизоляторы сухого трения;
- резиновые и резинометаллические виброизоляторы.

Пружинные опоры имеют достаточно низкие собственные частоты системы, но, не обладая внутренним поглощением, требуют установки дополнительных демпферов различных типов, что в совокупности лишает пружину преимуществ.

Рессоры имеют большую податливость только в одном направлении, поэтому их применяют только для виброизоляции в вертикальном направлении.

Гидравлические и пневматические демпферы работают в большинстве случаев в пассивном режиме и не обеспечивают требуемого качества виброизоляции. Это обусловлено наличием сил трения в цилиндрах и управляющих элементах (золотниковых и мембранных регуляторах), сжимаемостью рабочей среды.

Технология изготовления виброизоляторов сухого трения сложнее, характеристики их нелинейны, что затрудняет расчет виброзащитной системы.

* © Устин С.А., Башмур К.А., 2019

Учитывая особенности и недостатки существующих демпферов, а также особенности и проблемы создания упругодемпфирующих систем, была разработана и запатентована модель конструкции виброизолятора (рисунок) – виброопоры с рядом сферических упругодемпфирующих элементов [3].

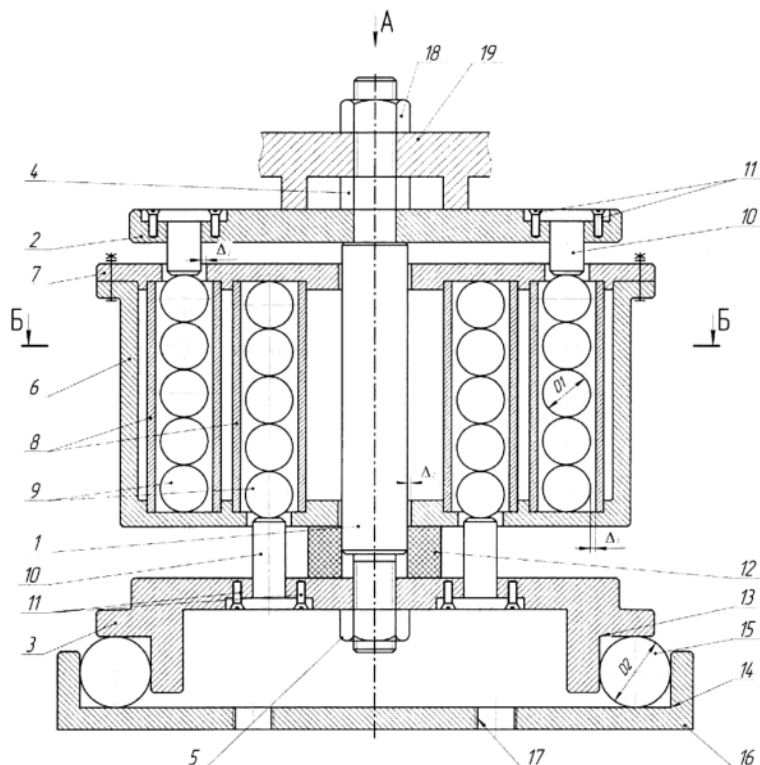


Рис. Виброизолятор

При действии колебаний объекта виброизоляции, установленного на стержень, упругие элементы в виде шаров и цилиндра воспринимают вертикальные нагрузки, ослабляя этим динамическое воздействие на фундамент и окружающие конструкции. Гашение колебаний в вертикальном направлении в большей степени определяется работой сферических упругодемпфирующих элементов в трубках. При воздействии рабочей части толкателей на элементы они деформируются в поперечном направлении, приобретая эллиптическую форму. Это осуществляется за счет зазора между вставными сферическими упругодемпфирующими элементами и трубкой. Значительная часть энергии идет на работу сил трения как в самом материале упругих элементов, так и на трение между самими элементами, а также трения сферических элементов о цилиндрическую направляющую трубки. Регулировка амплитудно-частотной характеристики виброопоры осуществляется за счет изменения величины предварительного поджатия упругих элементов в виде шаров и цилиндра при помощи гайки на стержне. Цилиндрический элемент – втулочный, выполнен из упругого материала, обладающего пружинящими свойствами, в основном определяет жесткостную характеристику верхней части виброопоры в осевом направлении.

Упругодемпфирующие элементы сферической формы могут быть выполнены из резины с такой твердостью, которая реализует необходимую для дан-

ных элементов осадку, таким образом, обеспечив максимальную степень вибродемпфирования в осевом и радиальном направлениях.

Таким образом, достоинства виброопоры со сферическими упругодемпфирующими элементами заключаются в простоте их конструкции, в широком диапазоне изменения их упругих характеристик, определяющихся как маркой применяемой резины, так и конфигурацией упругого элемента. Стоимость их невысока, рассеивание энергии колебаний существенно больше, чем в пружинах, а вес существенно меньше, чем у стальных виброизоляторов.

Список литературы

1. Самарин А. А. Вибрации трубопроводов энергетических установок и методы их устранения. М. : Энергия, 1979. 288 с.
2. Справочник механика химических и нефтехимических производств /
3. З. Рахмилевич, И. М. Радзин, С. А. Фарамазов. М. : Химия, 1985. 592 с.
3. Пат. № 181210 Российская Федерация, МПК F16F15/04, E21B15/00 Виброопора со сферическими упругодемпфирующими элементами / Э. А. Петровский, К. А. Башмур, В. В. Бухтояров, Ф. А. Бурюкин; заявитель и патентообладатель Сибир. фед. унив-т ; заявл. 22.12.2017 ; опубл. 06.07.2018, Бюл. № 19.

ПАТРОН ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОЙ ЗАПРЕССОВКИ ТРУБ В ТРУБНУЮ РЕШЕТКУ

Р.С. Шалауров*

Научный руководитель В.С. Тынченко
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Теплообменные аппараты как устройства для передачи тепла одних сред к другим широко распространены в многих отраслях промышленности и применяются в качестве элементов различных теплосиловых установок. В химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности одиночная мощность агрегатов увеличивается и будет возрастать примерно в четыре раза каждый десять лет [1].

Обследования в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности показали, что убытки, связанные с простоем технологических линий, в результате низкого качества креплений труб в трубных решетках в 10–15 раз превышают стоимость самих теплообменников [2].

Проблема качества и надежности крепления труб в трубных решетках теплообменных аппаратов становится особенно актуальной. Поэтому создаваемые в них трубные соединения технологичны лишь в условиях использования новых технологических способов, развивающихся параллельно.

Электрогидравлический способ запрессовки (ЭГ) – один из самых прогрессивных способов, позволяющий решать на современном уровне технологические задачи, связанные с креплением труб в трубных решетках [3, 6]. Он основан на образовании импульсного давления при электрическом взрыве проволочек внутри специального патрона, который установлен внутри запрессовываемой трубы. Данный способ обладает высокой скоростью деформирования, достигающей 400 м/с [3]. При этом в поверхностных слоях металла не наблюдается существенного локального наклепа и образования микротрещин, а стойкость к коррозионному растрескиванию соединения при ЭГ-запрессовке в пять раз выше, чем при механической развальцовке [4]. ЭГ способ запрессовки позволяет регулировать величину выделяемой энергии, возможно размещение установок непосредственно в зданиях цехов с полной автоматизацией процесса запрессовки.

Однако на данный момент конструкции существующих электровзрывных патронов имеют несколько серьезных недостатков: потерю импульсного давления и нестабильный зазор между патроном и запрессовываемой трубой.

Потеря импульсного давления обусловлена наличием не минимально возможного зазора между патроном и запрессовываемой трубой, а также пробоя по данному зазору, что влечет за собой снижение эффективности используемого патрона, а главное, снижение стабильности и качества получаемого соединения.

* © Шалауров Р.С., 2019

Наличие нестабильного зазора между патроном и запрессовываемой трубой в процессе запрессовки препятствует равномерному распределению величины импульсного давления на внутреннюю стенку запрессовываемой трубы, как следствие теплообменная труба испытывает неоднородное утонение (удлинение) в месте соединения [5].

Предполагаемый патрон призван существенно нивелировать недостатки изложенные выше, за счет использования герметизатора, который препятствует пробою по зазору между корпусом патрона и трубой, и использования в конструкции специального хвостовка, имеющего конструктивное исполнение сильфона-компенсатора.

Предполагаемый патрон для запрессовки труб в трубную решетку (рисунок) содержит корпус 1 с наполнителем (передающей средой) 2 и хвостовик-сильфон 3, который находится в резьбовом соединении с корпусом 1 и торец которого обращенный к электроду 4 снабжен стаканом 5, на внутренней и торцевой поверхностях которого имеется изолятор 6. С другого торца сильфона-хвостовика 2 установлен опорный фланец 7. В корпусе 1 находится токопровод 8 и взрывающийся проводник 9. Проводник 9 имеет форму спирали и установлен в контакте с электродом 4 через токопровод 8. На ближнем торце, к трубной решетке 10 и запрессовываемой трубе 11, хвостовика-сильфона 3 имеется герметизатор 12.

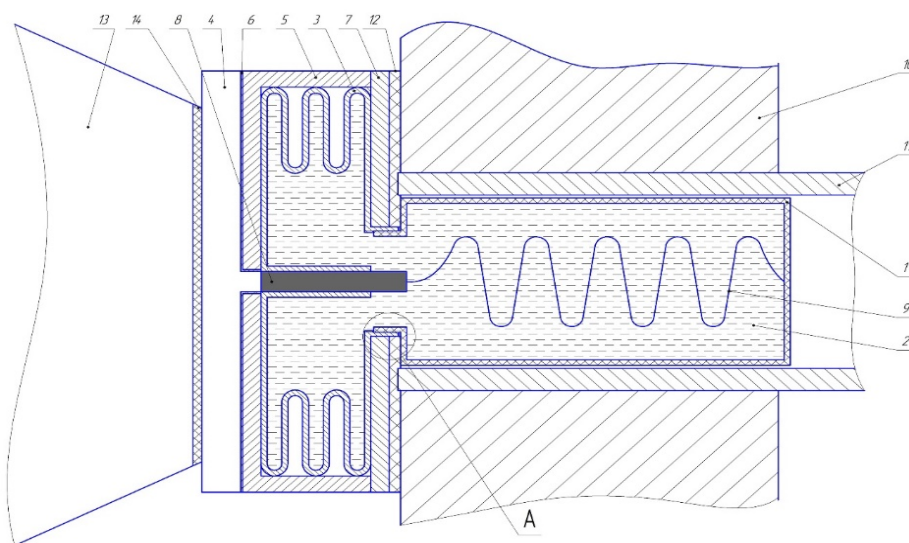


Рис. Предполагаемый патрон для электрогидроимпульсной запрессовки труб в трубную решетку: 1 – корпус, 2 – передающая среда, 3 – хвостовик-сильфон, 4 – электрод, 5 – стакан, 6 – изолятор, 7 – опорный фланец, 8 – токопровод, 9 – взрывающийся проводник, 10 – трубная решетка, 11 – запрессовываемая труба, 12 – герметизатор, 13 – наковальня, 14 – изолятор

Работа предполагаемого патрона (рисунок) для электрогидроимпульсной запрессовки труб в трубную решетку происходит следующим образом. Предварительно корпус 1 соединяется с хвостовиком-сильфоном 3 с помощью резьбового соединения. Затем патрон заполняется передающей средой 2 и вставляется

в торец запрессовываемой трубы 11, которая находится в трубной решетке 10. Далее электрод 4 движется по направлению к торцу хвостовика-сильфона 3 который снабжен стаканом 5 и изолятором 6. Изолятор 6 служит для направленной подачи импульсного тока на токопровод 8. Стакан 5 и опорный фланец 7 служат для защиты сильфона от поперечных и продольных деформаций в момент запрессовки трубы 11 в трубную решетку 10, и в момент движения электрода 4, обеспечивая направленное поперечное сжатие, тем самым уменьшая рабочий объем хвостовика 3, что делает зазор между корпусом 1 и трубой 11 минимальным. Затем электрод 4 подпирается наковальней 13, которая препятствует движению хвостовика-сильфона 3 в исходное положение. В месте сопряжения наковальни 13 и электрода 4 имеется изолятор 14. Далее источник импульсного тока через электрод 4 подает импульс тока на патрон по токопроводу 8 к взрывающемуся спиральному элементу 9, который впоследствии передает энергию взрыва на стенку патрона 1, а затем на стенку запрессовываемой трубы 11 через передающую среду 2. При взрыве патрона 1 торцевые потери не возникают благодаря герметизатору 12, который позволяет компенсировать шероховатость торца трубы 11 и трубной решетки 10 с опорным фланцем 7, тем самым обеспечивая равномерное прилегание опорного фланца 7 с трубной решеткой 10 и получая надежную изоляцию импульсного давления в момент запрессовки. Хвостовик-сильфон 3 также частично выполняет функцию отражателя, за счет фиксации в сжатом положении хвостовика 3 наковальней 13 он компенсирует избытки импульсного давления, которые попадают в полость хвостовика-сильфона 3, и отражает их на торец трубы 11.

Применение предполагаемого устройства позволяет обеспечить стабильный процесс запрессовки, в результате получается более качественное и надежное соединение.

Список литературы

1. Мазуровский Б. Я. Электрогидроимпульсная запрессовка труб в трубных решетках теплообменных аппаратов. Киев : Наукова думка, 1980. 172 с.
2. Берлинер Ю. И., Бриф В. М. Анализ применимости современных методов крепления труб к трубным решеткам // Высокопроизводительные методы сварки в хим. и нефт. машиностроении. Волгоград, 1970. Вып. 3. С. 3–12.
3. Оборудование и технологические процессы с использованием электрогидравлического эффекта / под ред. Г. А. Гулого. М. : Машиностроение, 1974. 320 с.
4. Луковкин А. И., Миронов Г. П. Высокопроизводительные методы сварки в хим. и нефт. машиностроении. Волгоград, 1970. Вып. 3. С. 108–117.
5. Оборудование и технологии высоковольтного разряда в жидкости : сб. науч. тр. Киев : Наук. думка, 1987. 96 с.
6. Мазуровский Б. Я., Сизёв А. Н. Электрогидравлический эффект в листовой штамповке. Киев : Наук. думка, 1983. 192 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕЧИ ОГНЕВОГО ПОДОГРЕВА НЕФТИ

М.А. Шушеначева*

Научный руководитель В.Г. Шрам
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время технологические трубчатые печи с огневым подогревом являются главными потребителями энергии в нефтеперерабатывающей, нефтехимической и химической промышленности. Их доля в энергопотреблении в крупнотоннажных производствах нефтеперерабатывающих заводов доходит до 70 %. При использовании оборудования на неоптимальном режиме эксплуатация технологических печей производится с очень большими энергозатратами.

Цель данной работы – повышение энергоэффективности работы пункта огневого подогрева нефти.

Для достижения данной цели, необходимо решить следующие задачи:

- изучить общую характеристику производственного объекта;
- выбрать наиболее оптимальный метод и средства повышения эффективности;
- выбрать необходимое оборудование.

Полное наименование исследуемого объекта – установка производства дизельного топлива (УПДТ) на Ванкорском месторождении.

Важнейшим звеном технологического процесса выработки дизельного топлива, является технологическая печь вертикального типа, предназначенная для нагрева и частичного испарения нефти, прокачиваемой через змеевики печи.

Технологическая печь состоит из камер двух типов: радиантной и конвекционной. Радиантная камера представляет собой полый, теплоизолированный изнутри металлический цилиндр. Внутри радиантной камеры по периферии помещен продуктовый змеевик. Непосредственно над радиантной камерой установлена коробчатая конвекционная камера, внутри которой помещены горизонтальные теплообменные трубки.

Нагрев нефти в змеевике печи осуществляется за счет сжигания топливного газа в радиантной камере на трех рабочих горелках, расположенных в подовой части печи. Горелки включают в себя запальные горелки для розжига основных. Для контроля за работой горелок предусмотрены датчики наличия пламени. При погасании любых двух пилотных горелок происходит аварийный останов печи.

Природный газ через узел учета газа с расходом до 600 м³/час и давлением 0,3–0,65 МПа поступает на установку. Газ редуцируется клапаном до 0,27

* © Шушеначева М.А., 2019

МПа (с защитной блокировкой по прибору) и распределяется на три рабочих горелки. Второй поток газа через редуцирующий клапан с давлением 0,103 МПа поступает на запальные горелки печи.

Естественной тягой дымовой трубы обеспечивается удаление дымовых газов и разрежение в технологической печи, которое регулируется поворотным шибером вручную, разрежение контролируется по прибору и составляет не более 250 Па.

В настоящее время существует четыре основных направления энергосбережения в трубчатых печах нефтеперерабатывающей промышленности, самое эффективное и целесообразное из которых – это теплотехническое энергосбережение, которое включает в себя увеличение КПД печей за счет оптимизации режимов сжигания топлива, совершенствования горелочных устройств, использование теплоты уходящих газов для подогрева воздуха.

При подаче нагретого воздуха к горелкам процесс горения топлива интенсифицируется, увеличивается температура топочных газов и возрастает передача тепла к трубчатым змеевикам излучением. Подогрев воздуха выгоден еще и потому, что позволяет сжигать топливо с минимальным избытком воздуха и уменьшить образование диоксида серы из топлива, содержащего сернистые соединения. При небольшом коэффициенте избытка воздуха (1,05–1,07) только 3 % диоксида серы переходит в триоксид, в то время как при 1,2 происходит окисление до 20 % диоксида серы. Чтобы уменьшить коррозию оборудования, содержание кислорода в продуктах сгорания не должно превышать 0,5–1,5 %.

По сравнению с котлами-утилизаторами рекуператоры обладают преимуществами: более простой конструкцией, они менее сложны и более безопасны в эксплуатации.

Таким образом, применение нагретого воздуха с помощью уходящих газов печи позволит снизить количество сжигаемого топливного газа, а также уменьшить коррозию оборудования.

Список литературы

1. Байгалиев Б. Г., Щелчков А. В., Яковлев А. Б. Теплообменные аппараты: учеб. пособие. Казань, 2012. 160 с.
2. Технический регламент ЦВДТ УППН. Введ. 02.01.2009. П1–02.02 ТР–0001 ЮЛ–054, версия 1. 37 с.
3. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. пособие. М., 2004. 28 с.

**Поиск, разведка и бурение нефтяных
и газовых скважин.**

**Разработка и эксплуатация нефтяных
и газовых месторождений**

ТЕРМОДИНАМИКА И ВЯЗКОСТЬ РАЗБАВЛЕННЫХ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ В БИНАРНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Е.О. Лоскутников, З.В. Ходосевич, А.Д. Скоробогатова*

Научный руководитель Е.И. Лесик
кандидат химических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Строительство и эксплуатация скважин в районе распространения вечномерзлых пород приводят к нарушению их термического режима, следствием которого являются серьезные осложнения, такие как кавернообразование при бурении под кондуктор, низкое качество цементирования, неустойчивость приустевых площадок в период бурения и эксплуатации скважин, разрыв и смятие колонн при их простое и т. п.

Лучший путь предотвращения осложнений при строительстве и эксплуатации скважин состоит в том, чтобы на базе современной техники бурения и эксплуатации скважин противодействовать нежелательным явлениям на основе технологических решений. Для этого необходимо знать ряд свойств, определяющих реакцию пород в составе мерзлой толщи на тепловое воздействие, поэтому одна из основных задач – установление причинно-следственной связи между основными физическими свойствами мерзлой толщи и осложнениями при строительстве и эксплуатации скважин. Полученные результаты составили основу обеспечения: качества ствола скважин в мерзлой толще при использовании промывочных жидкостей на водной основе, имеющих положительную температуру [1].

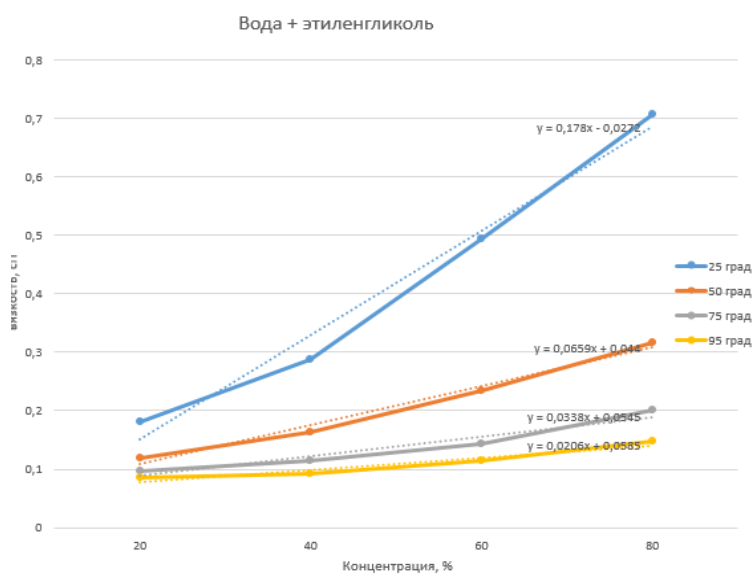


Рис. 1. Влияние температуры на вязкость системы этиленгликоль – вода

* © Лоскутников Е.О., Ходосевич З.В., Скоробогатова А.Д., 2019

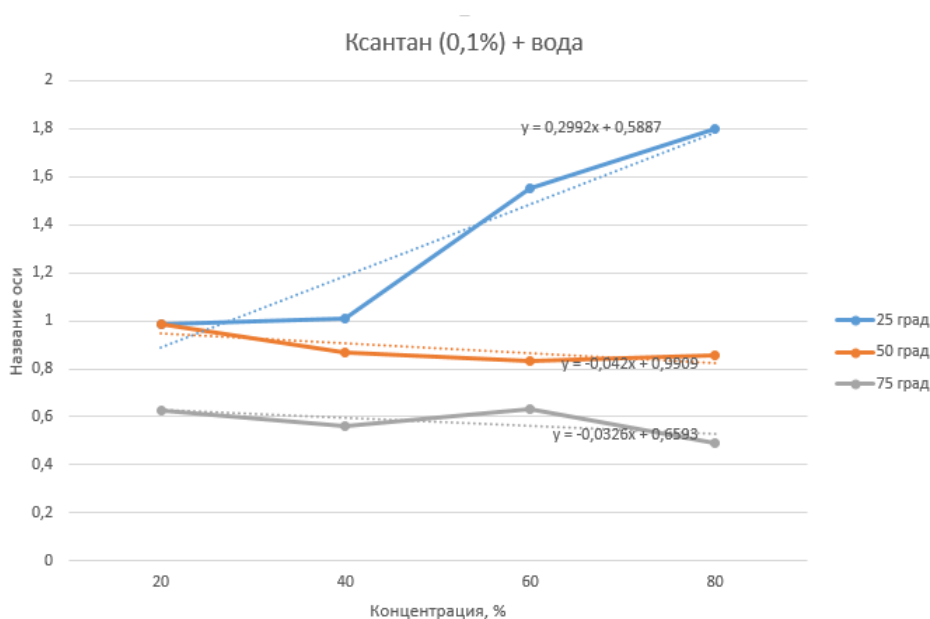


Рис. 2. Влияние температуры на систему этиленгликоль – раствор ксантана

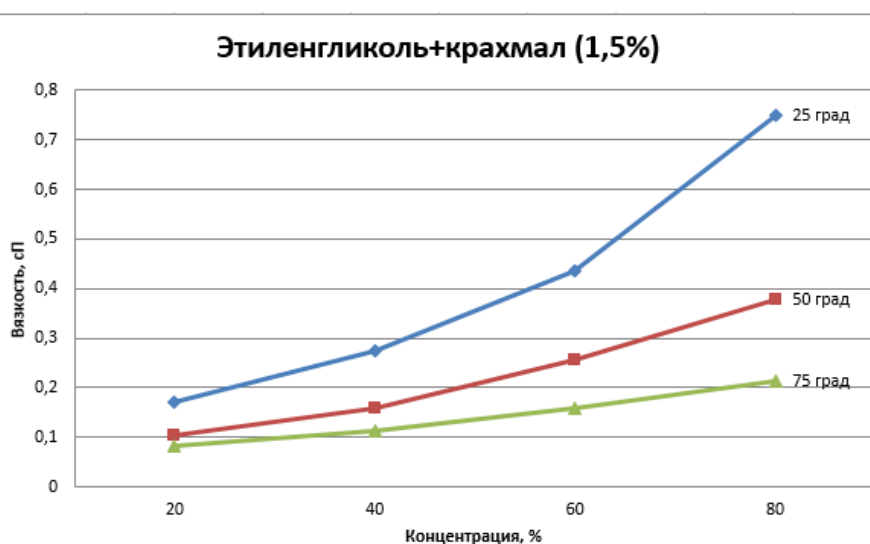


Рис. 3. Влияние температуры на систему этиленгликоль – раствор крахмал

Исследование растворов на основе этиленгликоля позволит рассмотреть экономически обоснованный и действующий метод использования промывочных жидкостей [2].

Вискозиметрическим методом были получены кривые зависимости вязкости от температуры. Также наблюдалось помутнение систем при повышении температур, поэтому было решено провести исследование точки помутнения и изменение оптической плотности. Установлено, что вязкость растворов зависит от концентраций полимеров от температуры [3]. Также на данный момент рассмотрено влияние полимеров на систему этиленгликоль – вода.

Список литературы

1. Медведский Р. И. Строительство и эксплуатация скважин на нефть и газ в вечномёрзлых породах. М. : Недра, 1987. С. 3–4.
2. Беленко Е. В. Полимерсиликатные дисперсные системы стабилизированные неионными олигомерными ПАВ для нефтедобычи, металлургии и очистки воды : автореф. дис. ... д-ра хим. наук : 02 00 11. М., 2007. 41 с.
3. Долганская С. Ф. Разработка новых рецептур и технологических основ применения полимерных растворов для повышения скорости бурения и качества проводки скважин в условиях Западной Сибири : автореф. дис. ... канд. : 05.15.10. Краснодар, 1992. 24 с.

РАЗРАБОТКА КИСЛОТНОГО СОСТАВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СОЛЯНОКИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ НА КУЮМБИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

А.А. Лукин, А.Р. Ахметзянова*

Научный руководитель Ф.А. Бурюкин
кандидат химических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в разработку все чаще вовлекаются карбонатные коллекторы с низкими фильтрационно-емкостными свойствами [1]. К тому же во время эксплуатации уже действующих добывающих скважин неизбежно происходит кольматация коллектора, в результате чего снижается проницаемость призабойной зоны пласта (ПЗП). Кольматирование коллектора обычно происходит в результате таких явлений, как проникновения фильтрата бурового раствора в процессе первичного и вторичного вскрытия, набухания глины при контакте с водой, воздействие тампонажных растворов при проведении работ по цементированию, воздействие жидкостей глушения при проведении ремонтных работ, выпадение в осадок солей из пластовой воды и т. д. [2]. Одним из самых эффективных методов очистки ПЗП в таких коллекторах является солянокислотная обработка (СКО) скважины. СКО позволяет существенно повысить проницаемость ПЗП, путем очистки соляной кислотой закольматированных каналов.

Однако, несмотря на все свои плюсы, одним из ключевых факторов, влияющих на снижение эффективности СКО, является несовместимость пластовых флюидов и кислоты, которая ведет к образованию стойких эмульсий и осадков при контакте нефти и пластовой воды с кислотными составами (КС). Для того чтобы нивелировать негативные эффекты свойственные HCl в нее добавляют различные присадки. В перечне таких присадок практический интерес представляют ингибиторы коррозии, деэмульгаторы, стабилизаторы железа, ингибиторы АСПО и др.

Ранее, для Куюмбинского месторождения нами уже подбирались КС для СКО, [3]. Тогда составы показали хорошую совместимость с пластовыми флюидами, однако ожидаемый эффект СКО не был достигнут из-за недостаточно высокой концентрации соляной кислоты (12–22 % масс.). Это связано с достаточно низкой пластовой температурой на исследуемой скважине 29 °С, поэтому в настоящей работе при выполнении тестов на совместимость было решено использовать составы с концентрацией HCl не менее 24 % масс. Однако стоит учесть, что такие КС обладают гораздо более высокой коррозионной активностью и существенно ухудшают совместимость КС с пластовыми флюидами.

* © Лукин А.А., Ахметзянова А.Р., 2019

Таким образом, целью настоящей работы является подбор высококонцентрированного КС для проведения СКО на Куюмбинском месторождении. Подбор КС будет заключаться в определении оптимальных концентраций и исследовании эффективности присадок, добавляемых к КС, и в проведении тестов на совместимость КС с нефтью и пластовой водой с целью выявления КС, не образующих стойкие нефтекислотные эмульсии и не образующих осадков по результатам реакций КС с пластовыми флюидами [4].

Описание эксперимента

В качестве добавок к КС использовались уже хорошо зарекомендовавшие себя присадки группы AS компании ООО «Нефтеранссервис». Характеристика выбранных реагентов представлена в таблице.

Таблица

Присадки используемые при приготовлении кислотных составов

Реагент, торговое наименование	Назначение	Состав, основное действующее вещество	Рабочая Концентрация, % масс
AS-DI	Диспергатор АСПО	Водно-спиртовой раствор композиции поверхностно-активных веществ	0,2
AS-IR	Стабилизатор ионов железа	Водно-спиртовой раствор органических восстановителей и комплексонов	0,4/2000 ppm Fe ³⁺ 1/5000 ppm Fe ³⁺
AS-DA	Дезэмульгатор	Водно-спиртовой раствор оксипропилированных спиртов	0,5
AS-CO	Ингибитор коррозии	Спиртовой раствор непредельных соединений и азотсодержащих поверхностно-активных веществ	0,2

Моделирование пластовых условий проводилось при добавлении в КС трёхвалентного железа в количестве 2000 и 5000 ppm Fe³⁺.

Определив рабочие концентрации присадок, готовили кислотные составы с содержанием в них HCl 24, 27, 30 и 33 % масс. соответственно. Приготовленные КС должны обладать термостабильностью и не должны иметь видимой границы разделения фаз, изменения цвета со временем, а также выпадения осадка. Также скорость распространения коррозии КС за 12 ч согласно [4] не должна превышать 0,09765 г/см².

Для проведения первого этапа исследований смешивали КС и нефть (в объемном соотношении 75/25, 50/50, 25/75), а также пластовую воду и КС (в объемном соотношении 95/5). КС с нефтью и пластовой водой выдерживали при температуре забоя скважины в течение 30 минут, оценивая разделение эмульсии спустя 5, 10 и 30 минут. Тест можно считать пройденным, если по истечении 30 минут отстоя происходит полное разделение эмульсии на две фазы.

Пробы, прошедшие тест на совместимость, далее участвовали в тесте на осадкообразование. Пробы выдерживались при температуре забоя скважины в течение 4 ч и далее пропускались через сито с размером ячеек 100 меш (0,152 мм). Следует отказаться от использования данной кислоты, если на сите остается осадок или твердая фаза или если вся жидкость не проходит за достаточно короткий промежуток времени.

В ходе проведенного исследования наилучшие результаты показали КС с концентрацией HCl 24–27 % масс. При взаимодействии с пластовыми флюидами эти кислотные составы не образовывали стойких эмульсий и разделялись в короткие сроки, а при пропускании их через сито отфильтровывались за короткий промежуток времени и не образовывали осадка.

Однако при повышении концентрации свыше 27 % масс. наблюдалась более стойкая эмульсия, не разделяющаяся даже на 50 % в течение 30 минут, а при фильтровании на сите образовывался осадок АСПО. Пример образцов, не прошедших тест на совместимость (а) и прошедших (б), представлен на рисунке.

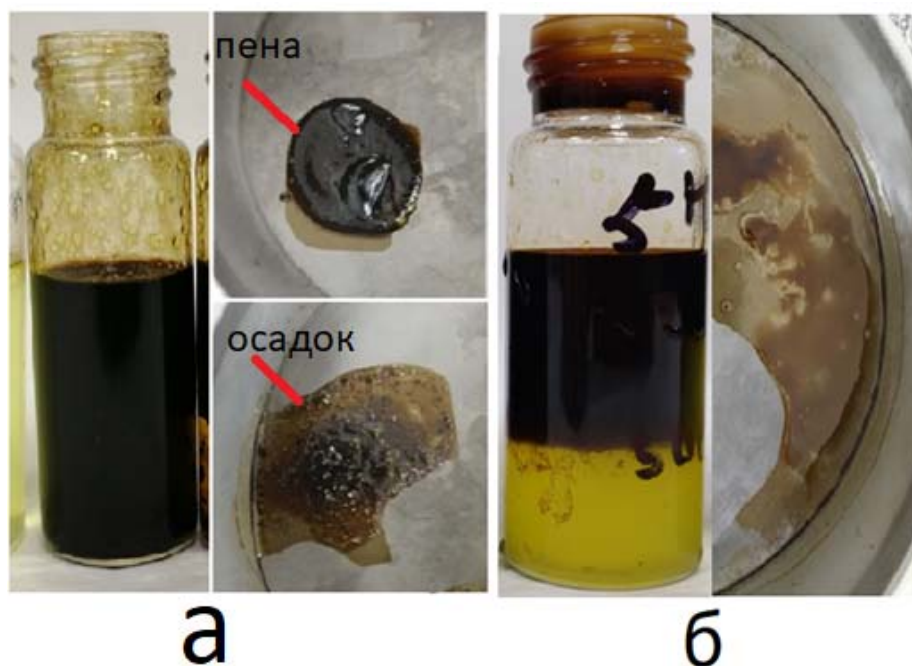


Рис. Примеры образцов прошедших (а) и не прошедших (б) тест на совместимость

Полученные результаты несовместимости обусловлены, по всей видимости, тем, что стабилизатор железа, теряет свою растворимость в КС при концентрации соляной кислоты более 27 % масс., в результате чего ионы железа Fe^{3+} , сильно негативно влияющие на совместимость, не стабилизируются переводом их в хорошо растворимый даже при высоких значениях рН хелатный комплекс, и повышение концентрации стабилизатора железа не вызовет изменений. Эту проблему в дальнейшем можно попробовать решить применением других стабилизаторов железа. На данный момент следует ограничиться кон-

центрацией кислоты в 27 % масс, тем самым снизив коррозионную нагрузку на аппаратуру, и улучшить совместимость КС с пластовыми флюидами.

Список литературы

1. Ахмерова Э. Э., Шафикова Е. А., Апкаримова Г. И. [и др.] Подбор эффективного кислотного состава для обработки карбонатного коллектора // Башкирский химический журнал. 2018. № 3. С. 86–92.
2. Карпунин Н. А., Рязанов А. А., Л. Н. Хромых [и др.] Подбор основы кислотного состава пролонгированного действия для терригенных коллекторов с повышенным содержанием карбонатных минералов в условиях высоких пластовых температур // Вестник Евразийской науки. 2018. № 5. С. 1–11.
3. Лукин А. А. Кислотные составы для обработки призабойной зоны пласта на Куюмбинском месторождении // Молодая нефть. 2018. С. 119–120.
4. Инструкция № П1-01.03 ТИ-002 Обеспечение и контроль качества при гидроразрыве пласта, кислотном гидроразрыве пласта и большеобъемной обработке призабойной зоны. Приложение 8. Тестирование кислотных составов при проведении ГРП и БОПЗ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ НЕФТИ

Я.А. Лупандин*

Научный руководитель Н.Г. Квеско,
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель Н.М. Дадакин
Сибирский федеральный университет

Нефтяная отрасль в Российской Федерации активно развивается. Ежегодно открываются десятки новых месторождений и ставятся на государственный баланс миллионы тонн извлекаемых запасов нефти и газа. Особенно активно осваиваются регионы Восточной Сибири: Красноярский край, Иркутская область и Республика Саха (Якутия), характеризующиеся крайне низкой степенью изученности геологических недр и малым количеством разрабатываемых месторождений.

КИН (коэффициент извлечения нефти) – показатель, характеризующий, какая доля всех обнаруженных ресурсов может быть добыта с учетом нынешних технологий и обстановки на сырьевом рынке. После того, как получен приток из поисковой скважины, идет подготовка проекта по оперативному подсчету запасов, на государственный баланс ставятся геологические и извлекаемые запасы. Значение КИН возможно будет скорректировать в процессе разработки месторождения при подготовке проектно-технического документа.

Неверный расчет КИН может привести к ряду проблем, связанных с разработкой месторождения, начиная с ошибочного расчета рентабельности проекта, заканчивая неверным выбором системы разработки, в конечном счете приведет к ощутимым экономическим потерям Компании-недропользователя.

КИН представляет важность также для экономики всего государства в целом. В 2010 г. в Российской Федерации было приращено за счет увеличения КИН и поставлено на государственный баланс около 750 млн тонн фантомных извлекаемых запасов нефти [1]. В дальнейшем такие фантомные извлекаемые запасы могут создать неверное представление о количестве ресурсов и, как следствие, привести к неверному экономическому планированию.

В настоящее время широко распространена практика определения КИН по методу аналогии с другими месторождениями региона, КИН которых как правило, тоже определялся по аналогии и не всегда полностью соответствует реальному. Данный подход позволяет дать представление о масштабах извлекаемых запасов месторождения, но с учетом нынешнего уровня развития проектирования, имеется возможность получать КИН с гораздо меньшей погрешностью относительно реальных значений.

В данной работе предлагается использовать альтернативный метод расчета КИН. Данный метод базируется на моделях расчета КИН, построенных на

* © Лупандин Я.А., 2019

основании накопленных данных о конкретных группах месторождений со схожими условиями эксплуатации. Развитие и распространение данного метода позволит увеличить точность расчета КИН на начальной стадии разработки месторождения.

Использование разработанных моделей для расчета КИН с учетом анализа применимости этих моделей для конкретного месторождения позволит получить представление о диапазоне возможных значений КИН. Модели существуют для различных видов коллекторов, режимов работы залежи и стадий разработки месторождения.

В рамках данной работы была проанализирована двадцать одна эмпирическая модель. В качестве оптимальных для месторождений Восточной Сибири были выбраны две эмпирические модели. Формула, полученная для Визейских терригенных коллекторов Пермского края на водонапорном режиме работы залежи [2], и формула, полученная для карбонатных коллекторов Узбекистана на водонапорном режиме работы [3].

$$\text{КИН} = -0,516 + 0,0045h + 1,86m + 0,0103P_n + 0,00037\Gamma + 0,0319\text{ПР} + 0,551K_{\text{выт}}, \quad (1)$$

где h – эффективная толщина; m – пористость; Γ – газовый фактор; P_n – давление насыщения; ПР – содержание парафина; $K_{\text{выт}}$ – коэффициент вытеснения нефти.

$$\text{КИН} = 0,1748 + 0,0694T_{\text{ж}} - 0,0137S + 0,2902K - 0,0015\mu + 0,2548K_{\text{п}}, \quad (2)$$

где $T_{\text{ж}}$ – темп отбора жидкости; S – плотность сетки скважин; K – проницаемость; μ – вязкость нефти; $K_{\text{п}}$ – коэффициент песчаности.

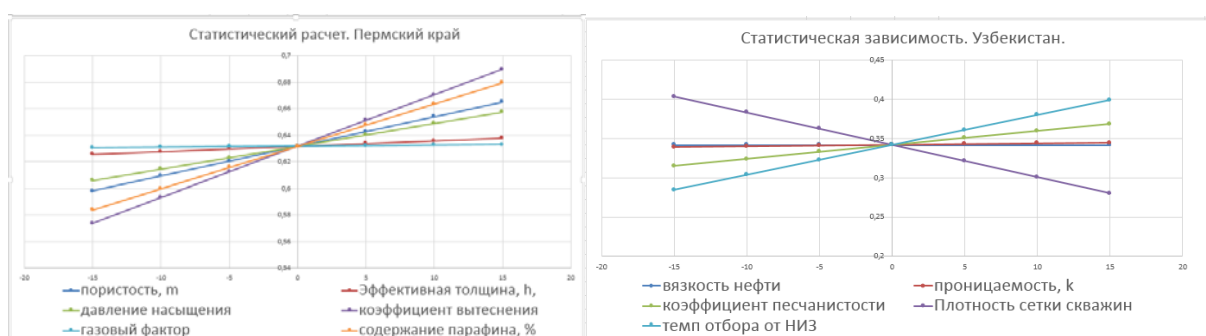


Рис. Зависимость конечного КИН от расчетных параметров

Данные диаграммы демонстрируют степень зависимости КИН от расчетных параметров. Это позволяет проследить зависимость между погрешностью конкретных расчетных параметров и погрешностью КИН.

Выбранные эмпирические модели позволяют составить представление о возможном КИН уже после отбора керна и получения первого притока нефти. В случае отсутствия данных по каким-либо из необходимых параметров предлагается воспользоваться методом аналогий. Подбор какого-либо из парамет-

ров по методу аналогий позволяет получить более точный КИН, нежели выбор КИН по аналогии с другими месторождениями.

Список литературы

1. Батурич Ю. Е. Слово о КИНе // Бурение и Нефть. 2011. № 2.
2. Галкин С. В., Поплаухина Т. Б., Распопов А. В. [и др.] Оценка коэффициентов извлечения нефти для месторождений Пермского края на основе статистических моделей // Нефтяное хозяйство. 2005. № 4.
3. Люгай Д. В., Минаков И. И., Буракова С. В. Результат анализа эффективности применения методов расчета коэффициентов извлечения нефти из нефтяных оторочек нефтегазоконденсатных залежей к условиям Чаяндинского месторождения // Вести газовой науки. 2016. № 2. С. 10–18.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВЛИЯНИИ ДОБАВОК НАНОЧАСТИЦ НА СВОЙСТВА БУРОВЫХ РАСТВОРОВ*

С.В. Лысаков, Е.И. Михиенкова[†]

Научный руководитель А.Л. Неверов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В последние два десятилетия наблюдается все возрастающий интерес мировой нефтегазовой промышленности к нанотехнологиям. Из-за своих малых размеров наноразмерные частицы обладают рядом свойств, которые отсутствуют у макроскопических дисперсных частиц. Одним из перспективных направлений применения нанотехнологий в бурении скважин является создание буровых растворов с содержанием наноразмерных твердых частиц. Введение наночастиц даже в небольших количествах позволяет решить ряд сложных проблем, таких как снижение сил трения буровых труб о стенки скважины, снижение фильтрации промывочной жидкости, улучшение условия выноса шлама на поверхность, укрепление стенок скважины при прохождении слабосцементированных горных пород, изменение смачиваемости горных пород, борьба с коррозией и многие другие [1].

Высокая фильтрация может вызвать серьезные осложнения в процессе бурения, такие как нарушение устойчивости ствола скважины, ухудшение коллекторских свойств продуктивных горизонтов. Образование толстой фильтрационной корки снижает эффективный диаметр скважины и вызывает увеличение крутящего момента при вращении бурильной колонны, затяжки и посадки бурового инструмента при проведении спуско-подъемных операций. Также избыточная фильтрация усиливает риск возникновения дифференциального прихвата.

Проницаемость напрямую зависит от объема пустот, содержащихся в фильтрационной корке, то есть от ее плотности. При вскрытии трещин в процессе бурения началом образования фильтрационной корки является закупоривание устьевой части канала трещины частицей твердой фазы бурового раствора, соизмеримой с ней по размерам, и образованием сводовой перемычки. После образования такой перемычки начинают задерживаться частицы меньшего размера, вплоть до мельчайших коллоидных частиц, и фильтрация начинает затухать во времени с ростом плотности фильтрационной корки (рисунок). Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что буровой раствор должен содержать частицы различной дисперсности, и целесообразно добавлять в буровую промывочную жидкость частицы, размер которых будет меньше размера обычных

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 17-79-20218.

[†] © Лысаков С.В., Михиенкова Е.И., 2019

коллоидных фракций, для дальнейшего снижения объема пустот в фильтрационной корке [2].

Так, в работе [3] были приведены данные о снижении фильтрационных потерь в буровых растворах на водной и нефтяной основах в результате добавления наночастиц различных материалов с типичным средним размером 30 нм. Фильтрационные потери уменьшились более, чем в 7–9 раз по сравнению со стандартными понизителями фильтрации LCM.

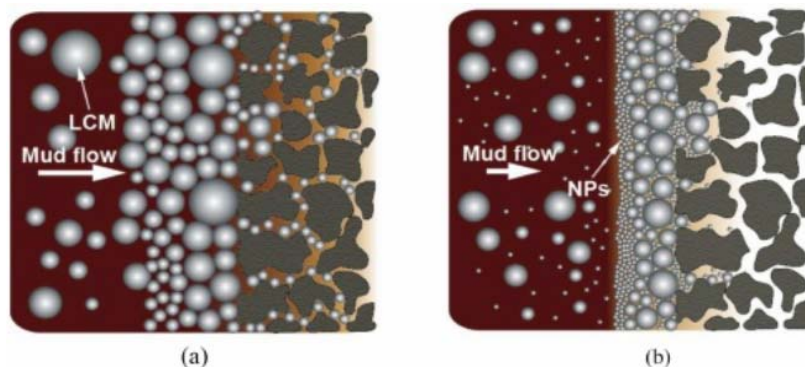


Рис. Механизм действия наночастиц на фильтрацию буровых растворов (из публикации O. Contreras et. al. 2014 [4])

В публикации [4] приведены результаты исследований буровых растворов на нефтяной основе. В своем составе базовый раствор содержал стандартный понизитель фильтрации с размерами частиц 75–212 микрон. После чего в буровой раствор добавляли наночастицы соединений железа размером 30 нм и соединения кальция размером 60 нм. В исследовании фильтрационных потерь использовали образцы песчаника, характерные для нефтеносных пластов штата Миссури в США. Результаты исследований показали существенное улучшение фильтрационных характеристик при добавлении наночастиц железа. Эти данные показывают наличие оптимальной концентрации наночастиц (примерно 0,75 % масс.), при которой обеспечивается максимальное снижение фильтрационных потерь до 80 %. Для наночастиц кальция оптимальной концентрацией являлось 0,8 % масс. Однако снижение фильтрационных потерь составило 45 %. В статье [5] описаны исследования влияния наночастиц SiO₂ на фильтрационные потери буровых растворов на водной основе. Показано, что использование частиц с размерами 5–15 нм обеспечило почти двукратное снижение фильтрационных потерь бурового раствора. В то время как крупные наночастицы (70–90 нм) снизили фильтрацию на 20 %. Влияние размеров наночастиц на фильтрацию буровых растворов также отмечают в работе [6].

Использование буровых растворов, модифицированных добавками наноразмерных частиц, является перспективным методом снижения сил трения, возникающих между стенками скважины и буровым инструментом в процессе строительства скважины, а также в вопросе снижения риска прихватаопасности.

В литературе описано четыре механизма снижения сил трения, возникающих при добавлении наночастиц в буровые растворы:

- эффект шарикоподшипника характерен для самых крупных частиц, размер которых значительно больше величины шероховатости поверхностей. Происходит их скольжение и качение в зазоре трения [7];

- эффект плавления характерен для наночастиц металлов. Связан со снижением температуры плавления по мере уменьшения размера частиц. В зазоре трения происходит образование сплошной антифрикционной пленки [8];

- эффект восстановления заключается в адсорбции наноразмерных частиц на поверхности микроскопических неровностей. Адсорбированные частицы образуют непрерывные защитные слои, полностью устраняющие возможность прямого контакта трущихся поверхностей [9];

- эффект полирования заключается в абразивном заполировании микроскопических неровностей на трущихся поверхностях [10].

Множественные исследования показали, что добавление наночастиц в буровые растворы даже в небольших количествах существенно влияет на реологические параметры буровых растворов. Из-за большей дисперсности твердой фазы увеличивается площадь взаимодействия с дисперсной средой, увеличивая внутренние силы трения промывочной жидкости. Это, в свою очередь, влечет за собой увеличение предельного напряжения сдвига и параметров пластической вязкости, и, как следствие, рост перепада давления в скважине [11–13].

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод о целесообразности дальнейшего изучения буровых растворов с добавками наноразмерных частиц для бурения скважин.

Список литературы

1. Евдокимов И. Н. «Наножидкости» и «умные жидкости» в технологиях разработки нефтегазовых месторождений : учеб. пособие для вузов. М. : Недра, 2016. 247 с.

2. Грей Дж. Р, Дарли Г. С. Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей) / пер с англ. М. : Недра: 1985. 509 с.

3. Hussein M. Enhancing Drilling Fluid Performance Using Nanoparticles. In: Presentations at the ACAMP Conventional Energy Seminar. Calgary, Canada. 2012.

4. Contreras O. Wellbore Strengthening in Sandstones by Means of Nanoparticle-based Drilling Fluids. In: Proceedings of the SPE Deepwater Drilling and Completion Conference. Galveston, Texas, USA. Paper SPE-170263-MS, 2014.

5. Lun C. K. K., Savage S. B., Jeffrey D. J. and Chepurniy N. Kinetic Theories for Granular Flow: Inelastic Particles in Couette Flow and Slightly Inelastic Particles in a General Flow Field. J. Fluid Mech. 1984. Vol. 140. PP. 223–256.

6. Mehran Sadeghalvaad, Samad Sabbaghi. The effect of the TiO₂/polyacrylamide nanocomposite on water-based drilling fluid properties. Powder Technology. 2015. Vol. 272. PP. 113–119.

7. Israelachvili J. Effects of sub-nanometer structure of surfaces on adhesion, friction, and bulk mechanical properties. *Journal of Materials Research*, 2005, no. 20(8). P. 1952–1972.
8. Wu Y. Y. Experimental Analysis of Tribological Properties of Lubricating Oils with Nanoparticle Additives. *Wear*, 2007, no. 262(7-8). P. 819–925.
9. Zhang Z. J. Graphite and Hybrid Nanomaterials as Lubricant Additives. *Lubricants*, 2014, no. 2. P. 44–65.
10. Dogan C. The Effect of Type of Nanoparticles on the Quenching Process. *International Journal of Chemical, Molecular, Nuclear, Materials and Metallurgical Engineering*. 2015. Vol. 9. N 6.
11. Samsuri A., Hamzah A. Water based mud lifting capacity improvement by multiwall carbon nanotubes additive. *Journal of Petroleum and Gas Engineering*, 2011, no. 2. P. 99–107.
12. Belayneh M., Aadnoy B. S. Effect of nano-silicon dioxide (SiO₂) on polymer/salt treated bentonite drilling fluid systems. In *Proceedings of the ASME-OMA International Conference*, Busan, Korea, 19–24 June 2016.
13. Rajat Jain, Vikas Mahto, Sharma V. P. Evaluation of polyacrylamide-grafted-polyethylene glycol/silica nanocomposite as potential additive in water based drilling mud for reactive shale formation. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*. 2015. Vol. 26. P. 526–537.

ПРОГНОЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ЗОН ВЕНД-НИЖНЕКЕМБРИЙСКОГО КАРБОНАТНОГО КОМПЛЕКСА НА ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

М.А. Пирожкова, О.А. Петрусь*

Научный руководитель И.М. Рычков
Научный руководитель Н.М. Дадакин

ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть»

Сегодня активно ведется изучение Непско-Ботуобинской нефтегазоносной области (НГО), в особенности её центральной части в районе Непского свода. Интерес представляют карбонатные горизонты венд-нижнего кембрия, такие как преображенский горизонт (катангская свита V), усть-кутский горизонт (тэтэрская свита V-Є1), осинский горизонт. Все перечисленные стратиграфические единицы в своей основе сложены карбонатными отложениями. Среди них промышленное значение имеют пласты в составе усть-кутского горизонта с индексами Б5 и Б3-4.

Выделенные пласты характеризуются сложным строением резервуаров и высокой изменчивостью фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород-коллекторов как за счет изменения литологического состава отложений, так и вследствие локального засоления их порового пространства. Неоднородность свойств обусловлена влиянием вторичных процессов, особенно интенсивно проявившихся в доломитах усть-кутского горизонта над палеовыступами кристаллического фундамента, за счет формирования отдельных флюидодинамических систем в этих зонах.

На сегодняшний день главным поисковым признаком продуктивности карбонатного усть-кутского горизонта является наличие палеовыступов AR-PR фундамента, с отсутствующими перекрывающими терригенными отложениями непской свиты (V). Данный критерий подтверждается полученными промышленными дебитами углеводородов в скважинах пробуренных над положительными локальными структурами кристаллического фундамента [1].

Важным этапом при прогнозе коллекторских свойств карбонатных пород по сейсмическим данным является установление связи между упругими параметрами, петрофизическими свойствами и геологическими процессами, что требует междисциплинарного подхода с участием сейсмика, петрофизика и геолога.

В работе предприняты попытки создать модель, которая опишет процесс образования и распространения зон с улучшенными ФЕС в карбонатном коллекторе усть-кутского нефтегазоносного горизонта пласта Б5. Ведущая роль в формировании коллекторов с высокими ФЕС отводится геостатическим элизионным водонапорным системам [2]. В исследовании выработана приближенная

* © Пирожкова М.А., Петрусь О.А., 2019

концептуальная модель формирования высокопродуктивных площадей над отдельными палеовыступами фундамента.

По мере исследования оценен нефтегазогенерационный потенциал площади по данным интерпретации сейсморазведочных работ (рис. 1, а), оконтурена зона дренажа элизионного флюида к отдельным палеовыступам фундамента (рис. 1, б) и реконструированы палеомощности отложений.

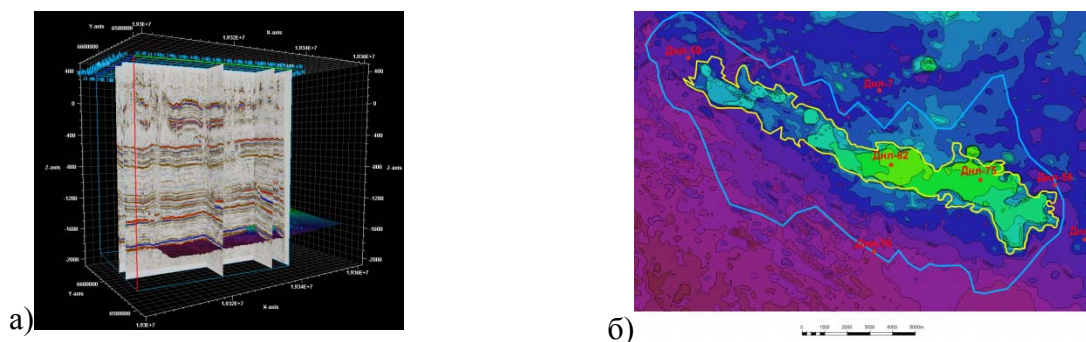


Рис. 1. Срез сейсмического куба выравненный на ОГ М2 (а) и структурная карта по ОГ F с площадью дренажа элизионных вод (б)

На основе перечисленных этапов рассчитан объем каверновой пустотности, образованной в районе развития особой флюидодинамической системы, который составил 3,6 млн м³.

Несмотря на разработку концепции формирования и расчета возможного объема зон, остается открытым вопрос определения границ распространения высокопродуктивных участков. Ответ на данный вопрос можно получить, применив методику петроупругого моделирования, которое в дальнейшем может быть использовано для количественного прогноза свойств коллекторов в межскважинном пространстве по данным сейсморазведки.

Перед построением петроупругой модели и последующего анализа петроупругих связей была проведена комплексная интерпретация геофизических исследований скважин (ГИС) с построением объемных минералогических моделей пласта. Подобрана эффективная модель среды (DEM) для изучаемых карбонатных отложений [4].

По результатам анализа петроупругих связей определены граничные значения акустического импеданса, по которым возможно выделить наиболее перспективные области распространения коллекторов, а также зоны с засолением порового пространства. Наиболее высокопористые и продуктивные коллекторы находятся в области значений акустического импеданса $AI < 15200$ м/с·г/см³ и отношения $V_p / V_s < 1,75$.

Для пространственного прогноза открытой пористости в карбонатных отложениях рассматриваемой площади были определены линейные регрессионные зависимости значений открытой пористости, рассчитанные по результатам интерпретации ГИС, и кривыми акустического импеданса, полученного по результатам акустической инверсии.

По полученным регрессионным связям были рассчитаны кубы открытой пористости и построены карты средних значений прогнозируемой открытой пористости пласта Б5 (рис. 2). Приведенные распределения значений открытой пористости показывают достаточно четкую дифференциацию прогнозируемого параметра по пласту. В зонах над выступами фундамента (обозначены контуром) наблюдаются аномалии пониженных значений акустического импеданса и увеличение открытой пористости.

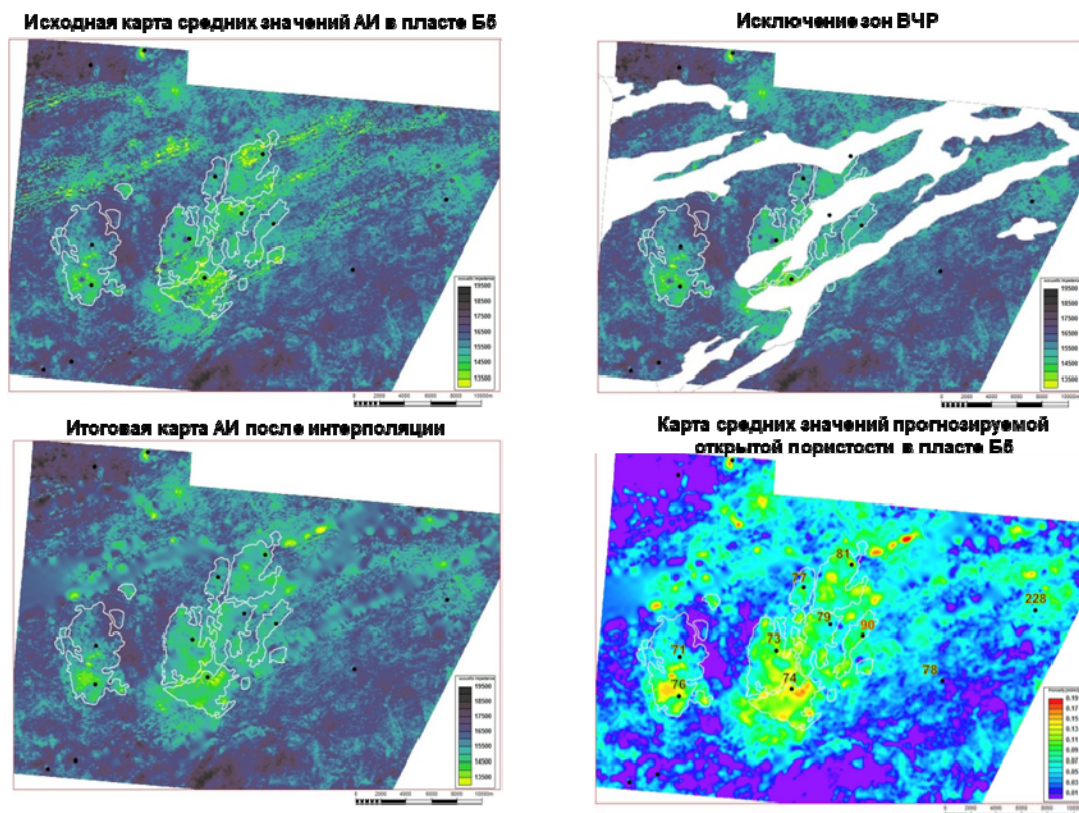


Рис. 2. Карты средних значений акустического импеданса и значений прогнозируемой открытой пористости в пласте Б5

Основываясь на полученной в исследовании геологической модели сложнопостроенных карбонатных коллекторов, проведен количественный прогноз свойств коллекторов в межскважинном пространстве, выделены зоны распространения коллекторов с улучшенными ФЕС. Используя полученные в ходе работы результаты, может быть оценен ресурсный потенциал залежей пласта Б5 на вновь приобретенных участках, пересмотрены запасы, которые сегодня стоят на государственном балансе и уточнена схема разработки месторождения.

Список литературы

1 Каячев Н. Ф. Роль литогенеза в формировании зон с улучшенными фильтрационно-емкостными свойствами подсолевых карбонатных отложений венда и нижнего кембрия (Восточная Сибирь). Вестник ПНИП. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2016. Т. 15. № 20. С. 216–231.

2 Холодов В. Н. Осадочные бассейны, закономерности их формирования и принципы классификации. Сообщение 2. Осадочные породные бассейны. РАН. Литология и полезные ископаемые. 2010. № 3. С. 268–308.

3 Шубин А. В. Методика изучения сложнопостроенных природных резервуаров на основе петроупругого моделирования и инверсии сейсмических данных : дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2014. 105 с.

4 Mavko G., Mukerji T., and Dvorkin J. The Rock Physics Handbook, Second Edition. Cambridge University Press. 2009. 511 p.

5 Yuanlin MENG, Hengdong ZHU, Xinning LI, Thermodynamic analyses of dolomite dissolution and prediction of the zones of secondary porosity: A case study of the tight tuffaceous dolomite reservoir of the second member, Permian Lucaogou Formation, Santanghu Basin, NW China. ELSEVIER. Petroleum Exploration and Development. 2014. P. 754–760.

ВЛИЯНИЕ ПОСТСЕДИМЕНТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОЛЛЕКТОРСКИХ СВОЙСТВ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД РИФЕЙСКОГО ВОЗРАСТА

К.А. Тихонова^{1*}

Научный руководитель С.К. Квачко²
заведующий сектором

¹*Сибирский федеральный университет*

²*ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть»*

Объектом исследования являются древние карбонатные отложения рифейского возраста. По геологическим характеристикам рассматриваемый участок, в пределах которого рассматривались отложения, относят к уникальным, так как основные запасы углеводородов сосредоточены в коллекторах каверно-трещинного типа рифейского возраста. Границы исследования совпадают с контуром одного из месторождений Байкитской нефтегазоносной области. Различные условия осадконакопления и неодинаковая интенсивность постседиментационных процессов обусловили неоднородное строение коллектора. При этом постседиментационные изменения сыграли в его формировании решающую роль [1].

Рассматриваемая тема актуальна, так как на изучаемой площади при добыче углеводородов возникает ряд сложностей. Проблемы выражаются в низкой скорости бурения, высокой степени износа породоразрушающего оборудования, снижении продуктивности скважин, ухудшении фильтрационно-емкостных свойств. Вышеперечисленные проблемы связаны с перекристаллизацией и аутигенным образованием минералов. Для решения проблем необходимо понимать протекание постседиментационных процессов и уметь прогнозировать перспективные участки.

Цель данной работы – рассмотреть влияние постседиментационных процессов на добычу углеводородов, бурение скважин и коллекторские свойства.

Анализ кернового материала является основополагающим процессом в исследовании. В ходе работы были проанализированы результаты лабораторных исследований керна (петрографический анализ), фотоснимки керна и шлифов. Учтены результаты рентгенофазового анализа. Анализ кернового материала сопровождается выделением литогенетических типов пород и интервалов, подвергшихся постседиментационным изменениям. При выделении литотипов учитывается структура и текстура породы. При выделении интервалов с постседиментационными преобразованиями учитывается интенсивность их проявления.

В ходе работы также были построены разрезы с вынесением интенсивности вторичных процессов, рассмотрена возможность корректного выделения преобразованных интервалов по ГИС и применения полученных результатов.

* © Тихонова К.А., 2019

К наиболее известным постседиментационным процессам, проявленным в разрезе, относятся стилолитизация, пиритизация, выщелачивание, перекристаллизация, доломитизация, окремнение, сульфатизация и образование трещин. Основные процессы, влияющие на формирование фильтрационно-емкостных свойств, – образование трещин, выщелачивание и окремнение [2].

Перекристаллизация выражается в укрупнении размеров кристаллов доломита и напрямую не влияет на изменение ФЕС, однако более раскристаллизованные участки увеличивают склонность породы к выщелачиванию и образованию каверн.

Доломитизация проявляется в заполнении каверн и трещин крупно-, средне- и мелкими кристаллами доломита, тем самым отрицательно влияет на коллекторские свойства пород.

Наибольшее положительное влияние на формирование коллекторских свойств оказал процесс выщелачивания. Зоны интенсивного выщелачивания характеризуются пониженными показаниями НГК, ГГКп и БК, повышенными показаниями АК, высокой пористостью. Зоны умеренного выщелачивания характеризуются пониженными показаниями НГК, ГГКп и БК, повышенными показаниями АК. Идентификация зон с единичными кавернами по ГИС затруднена. На рисунке показан пример сопоставления выделенных кавернозных интервалов по керну и по ГИС. Отмечается хорошая сходимость.

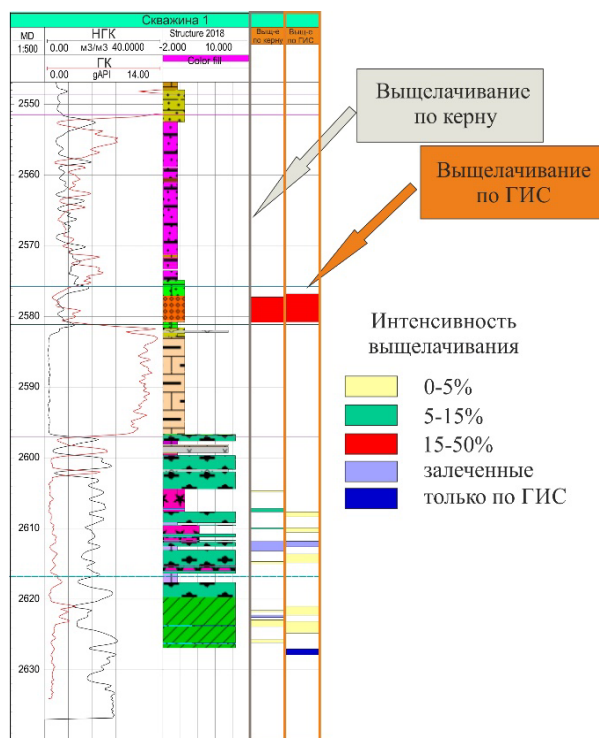


Рис. Сопоставление выделенных кавернозных интервалов по керну и ГИС

Присутствие образований различных форм кварц-халцедонового состава широко развито в пределах рассматриваемого интервала разреза и проявлено с разной интенсивностью. Участки, содержащие окремненные полости и про-

слои, характеризуются трещиноватостью и микропористостью. Растрескивание пород приводит к увеличению в них проницаемости. Кроме того, присутствие окремненных зон в породах является негативным фактором при бурении скважин.

Процессы, обусловленные образованием ангидрита, проявлены в меньшей степени. В пределах площади изучаемая толща не всегда подвержена сульфатизации. Отмечается связь аутигенного минералообразования с процессами добычи углеводородов и изменением фильтрационно-емкостных свойств коллектора.

В результате проведенной работы рассмотрены особенности преобразования карбонатной толщи постседиментационными процессами, их влияние на коллекторские свойства, процесс бурения скважин и добычу углеводородов. Проведено сопоставление выделенных кавернозных интервалов по керну и по геофизическим исследованиям скважин, получена хорошая сходимость результатов. В перспективе результаты проведенного исследования могут быть использованы при упругом моделировании свойств пород для прогноза зон с улучшенными коллекторскими свойствами.

Список литературы

1. Вараксина И. В., Хабаров Е. М. Обстановки седиментации и постседиментационные изменения рифейских карбонатных отложений Куюмбинского месторождения // Геология нефти и газа. 2000. № 1. С. 28–36.

2. Сауткин Р. С. Формирование и свойства карбонатных коллекторов рифея Юрубчено-Тохомского нефтегазоконденсатного месторождения : диссертация.

ВЛИЯНИЕ МАГМАТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ ЮРУБЧЕНО-ТОХОМСКОЙ ЗОНЫ

Д.В. Шаплов, К.О. Матросов*

Научный руководитель Л.И. Свиридов
кандидат геолого-минералогических наук

Сибирский федеральный университет

По нефтегазогеологическому районированию Юрубчено-Тохомская зона (ЮТЗ) располагается в центре Байкитской нефтегазоносной области, входящей в Лено-Тунгусскую нефтегазоносную провинцию, где большое влияние на данную территорию оказали процессы связанные с образованием трапповых формаций и их непосредственное внедрение, а также сопутствующая этому активизация различных процессов, в том числе и связанных с циркуляцией гидротерм по дизъюнктивным нарушениям и опережающим зонам трещиноватости [1].

В тектоническом отношении ЮТЗ приурочена к Камовскому своду Байкитской антеклизы, осадочный чехол которой сложен верхнепротерозойскими и нижнепалеозойскими отложениями и разделяется на рифейский и венд-нижнепалеозойский структурные этажи. Рифейские образования представлены мощными карбонатными, терригенно-карбонатными и карбонатно-терригенными толщами общей мощностью до 4,5 км. На рифейских комплексах с размывом залегают вендские образования, перекрытые кембрийскими отложениями. Особого внимания среди последних заслуживают породы соленосной усольской свиты, считающиеся мощным региональным флюидоупором Байкитской антеклизы.

Тип коллектора в рифейских отложениях кавернозно-трещиноватый, здесь встречаются зоны с аномально высокой проницаемостью. Ключом к пониманию этого явления, а также в целом прогноза зон нефтегазонакопления является механизм влияния магматизма, а также сопутствующих процессов активизации гидротермальных потоков, на нефтегазоносность и коллекторские свойства венд-рифейского резервуара.

Максимум тектонической активизации региона приходится на конец позднего палеозоя – начало триаса, охватывая диапазон 220–190 млн лет [2]. Наиболее вероятная версия образования сибирских траппов (рисунок) была выдвинута Ф. Ю. Левинсоном-Лессингом, которая сводится к тому, что магма поступала в заранее подготовленные трещины-полости, а также подводящие каналы и заполняла их только под действием литостатического давления.

Практика геолого-разведочных работ показала, что наилучшие нефтегазонасыщенные коллекторы ЮТЗ приурочены к линейно-очаговым зонам аномальной трещиноватости. Продуктивная часть коллекторов таких резервуаров представлена доломитами, эффективный объем пустот которых обеспечен интенсивно развитыми вертикальными и субгоризонтальными трещинами. При-

* © Шаплов Д.В., Матросов К.О., 2019

чём наиболее типичной особенностью таких трещин является развитие по ним каверн выщелачивания [3]. Учитывая в целом широкое площадное распространение трещиноватости в карбонатных породах, одним из необходимых и важнейших условий возникновения УВ в рифей-вендских коллекторах ЮТЗ является наличие в доломитах каверн.



Рис. Сибирские траппы

Надо отметить, что зоны нефтегазонакопления носят очаговый характер, что говорит о том, что карбонатные породы несмотря на появление кавернозности в результате гипергенных процессов, будучи выведенные на предвендскую дневную поверхность, в конечном итоге, при погружении, не дойдя до главной зоны нефтеобразования (2 000 м), во многом потеряли свой коллекторский потенциал. Соответственно очаги нефтегазонасыщения связаны уже с вторичными процессами кавернообразования, а именно растворением, перекристаллизацией, метасоматическим замещением. Таким образом в периоды тектоно-магматической активизации Сибирской платформы приобретали широкое развитие гидротермальные процессы, за счет которых происходило интенсивное кавернообразование и развитие флюидодинамических систем, то есть возникновение и миграция новых порций УВ из нефтематеринских толщ.

Магматические процессы фактически активизировали процессы фильтрации, что привело к значительному выщелачиванию рифейских карбонатов. Наибольшие пустоты появлялись в том числе в тех местах, где появились фильтрационные каналы, коридоры трещин, что способствовало вторичному кавернообразованию.

Непосредственное влияние самих интрузий связано с прорывом по вертикальным каналам потока магмы, который под высоким давлением раздвигал

горные породы, вероятно, в тектонически ослабленных зонах. В результате чего происходило внедрение интрузивных тел в верх по разрезу. Наличие таких прорывов оказывает сильное боковое давление на окружающую породу. Поскольку рифейские доломиты не пластичны, соответственно, в результате возникновения напряжений, растрескиваются, вблизи магматических тел, в частности, штоков.

Температура внедрения магмы свыше 1 300 °С приводила к быстрому нагреванию, а затем к резкому остыванию горных пород, вследствие чего происходило растрескивание карбонатных пород.

Совокупное воздействие выше перечисленных факторов способствовало образованию аномальных по проницаемости зон коллектора, то есть с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС).

Анализ сейсмического волнового поля позволяет выявлять интрузивные тела и другие геологические аномалии, которые способны помочь в более эффективной разработке месторождений, в частности рассматриваемой ЮТЗ, а также в предупреждении возможных аварийных ситуаций. Эффективным инструментом может служить анализ динамических характеристик, в частности, спектральной декомпозиции и структурных, а также когерентных атрибутов.

Практическая значимость, помимо прогноза зон эффективного нефтегазонакопления с высокими показателями ФЕС, заключается в том, что нужно с большим вниманием относиться к точкам заложения скважин, так как в случае бурения на подводящих каналах, которые могут слагаться столбообразными интрузивными телами, возможны аварийные ситуации, связанные с катастрофическим поглощением бурового раствора, а также выбросами газа, что подтверждено бурением в пределах ЮТЗ. В таких случаях нужно закладывать скважину, наиболее оптимально, на границах подводящих каналов (например, слагаемых штоками), поскольку в этом случае мы сохраним повышенные ФЕС и предупредим возможные осложнения во время бурения. Особой проблемой может стать бурение пилотного ствола по интрузивному телу, сложенному долеритами, что повлечет дополнительные затраты ресурсов и времени.

Список литературы

1. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Гидротермальная природа кавернообразования венд-рифейских коллекторов Байкитской антеклизы – ключ к прогнозу зон нефтегазонакопления // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2006. С. 25–30.

2. Хоменко А. В. Влияние траппового магматизма на нефтегазоносность Тунгусского осадочного бассейна : автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук : 04.00.17. Новосибирск, 1997. 33 с.

3. Конторович А. Э. Геологическое строение и условия формирования гигантской Юрубчено-Тохомской зоны нефтегазонакопления в верхнем протерозое Сибирской платформы // Геология и геофизика. 1996. № 8. С. 166–195.

УТОЧНЕНИЕ СЕЙСМОФАЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЯКОВЛЕВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ АТРИБУТНОГО АНАЛИЗА И ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО БУРЕНИЯ

К.В. Юркина*

Научный руководитель А.А. Гребенюк
главный специалист

ООО «РН-КрасноярскНИПИнефть»

Рассматриваются отложения нижнеяковлевской подсвиты Лодочного НГКМ. Хорошее качество сейсморазведки МОГТ 3D позволяет применять различные сейсмические атрибуты для картирования зон с разными ФЭС. Бурение горизонтальных скважин на пласт Як-1 позволяет на качественном уровне провести сопоставление скважинных данных и сеймики.

Нижнеяковлевская подсвита (*K1(ap1-al3)*) формировалась в континентальных условиях в период активного развития речных систем, сложена переслаиванием слабо сцементированных песчаников с прослоями алевролитов и углей. В ходе анализа кернового материала, отобранного в результате бурения скважин, выявлены отложения русел рек, прируслового вала, данный тип фаций обладает хорошими ФЭС, и фации глинистых пойм.

Электрофациальная модель подсвиты, построенная по методу В. С. Муромцева, позволила выявить отложения фаций речных систем. Исходя из обнаруженного соответствия кернового материала и кривой α ПС, стало возможным использование кривой на скважинах, в которых не производился отбор керна.

Пласт Як-1 является основным объектом разработки, в результате бурения новых скважин были выделены новые залежи с разным уровнем насыщения в соседних скважинах. Пласт Як-1 по скважинным данным разделяется на южную и три северных линзы (линза 1, линза 2 и линза 3, проиндексированные с юга на север).

Анализ сейсмических атрибутов позволит выделить песчаные тела и проследить границы их разобщения. Между ГИС и данными среза куба акустического импеданса выявлена корреляционная связь, что говорит о возможности использования этого метода инверсии

На разрезе акустического импеданса песчаные линзы пласта проявляются в виде аномалий с низкими значениями. В разрезе выделяются различные тела, имеющие четкие пространственные границы и различные ФЭС (рис. 1).

Метод спектральной декомпозиции используется для выделения и подчёркивания извилистых русловых каналов. Метод *RGB* включает в себя цветовое суммирование, атрибутивный анализ, выделение контура русла и интерактивную классификацию сейсмофаций [3]. С геологической точки зрения разные цветовые аномалии можно связать с разными литологическими объектами. Были прослежены границы разделяющие цветовые аномалии по все площади ме-

* © Юркина К.В., 2019

сторождения. Зоны глинизации, ограничивающие продуктивные залежи, выделены по границам этих литологических объектов.

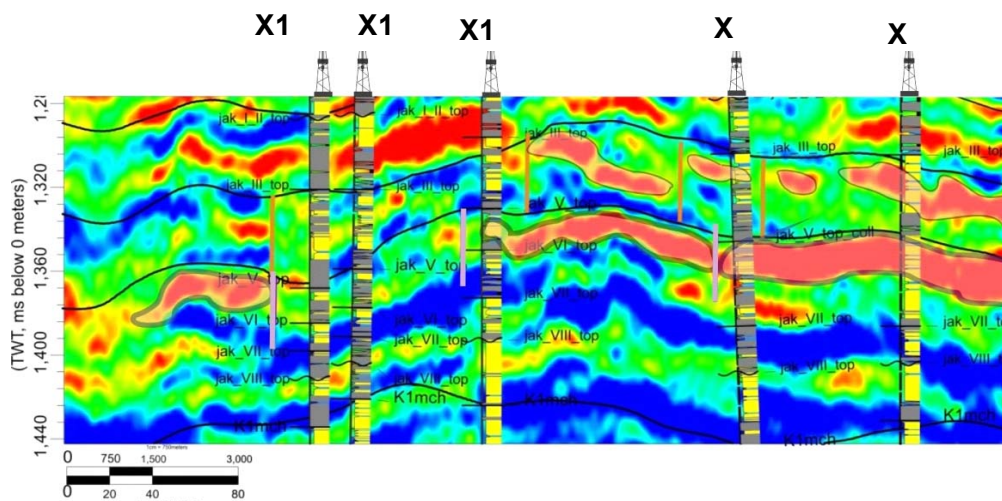


Рис. 1. Разрез куба акустического импеданса

Результаты бурения горизонтальных эксплуатационных скважин подтвердили наличие условных линий разобщения коллектора в пласте Як-1 (рис. 2):

- зоны низкой энергии отраженных волн соответствуют глинам;
- выход из зоны повышенных значений соответствует вскрытию глинистого разреза;
- вход ГС в зону повышенных значений атрибута соответствует вскрытию песчаного тела.

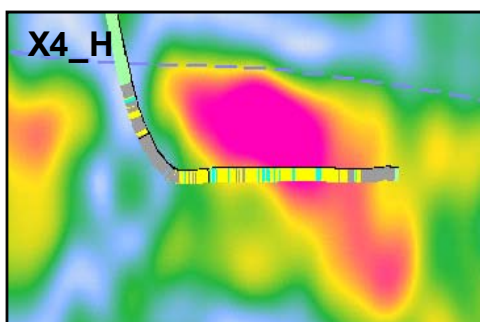


Рис. 2. Сходимость РИГИС и атрибута *Envelope*

В ходе выполнения работы было рассмотрено несколько атрибутов сейсморазведки: акустическая инверсия, высокочастотная спектральная декомпозиция и атрибут огибающей трассы. По данным сейсмической инверсии были выделены зоны с наиболее высокими ФЭС. Метод спектральной декомпозиции позволил в плане проследить линии разобщения песчаных линз. При анализе

куба атрибута огибающей трассы, выявлено полное соответствие с данными эксплуатационного бурения пилотного ствола *X4_H*.

Сопоставление данных сейсморазведки фонда скважин показало необходимость пересмотра размещения сетки эксплуатационного бурения, в связи с попаданием скважин в глинистые отложения. Выполнена оценка экономической эффективности проведенных работ.

Список литературы

1. Ежова А. В. Литология : учебник. Томск : Томский политехнический университет, 2009. 336 с.
2. Ампилов Ю. П., Барков А. Ю., Яковлев И. В. Почти все о сейсмической инверсии // Технологии сейсморазведки. 2009. № 4. С. 3–16.
3. Morozov P., Yadav H. Geological Model of Channel Deposits Based on Results of Spectral Decomposition and Interactive Analysis of Seismic Data // EAGE.

**Прикладная математика,
математическое моделирование,
информационная безопасность**

АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОГО РЕМОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПОСРЕДСТВОМ CON-TREX

Е.А. Андрейчик*

Научный руководитель К.В. Симонов
доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник

Сибирский федеральный университет

Актуальность темы исследования. Неотъемлемой частью современного реабилитационного процесса после травм и хирургического вмешательства является использование роботизированной механотерапии, чья роль обычно сводится к рутинной «разработке сустава» и восстановлению его пассивной подвижности. Однако целый ряд роботизированных тренажерных комплексов (Con-trex, Primus RS, Biodex) снабжен дополнительными возможностями регистрации биомеханических параметров и самоадаптации к индивидуальным особенностям пациентов за счет биологической обратной связи (БОС). В связи с этим пациент активно вовлекается в реабилитационный процесс, становясь одним из звеньев синхронизированной системы «пациент – роботизированный комплекс – врач» [1].

Цель исследования – повышение точности диагностики и эффективности лечебных процедур на всех этапах реабилитационного процесса в рамках работы системы «пациент – роботизированный комплекс – врач».

Основные задачи: экспериментальные исследования и комплексная обработка данных наблюдений методами аппроксимации (нейросети), а также визуализация данных методом упругих карт.

Моделирование экспериментальных данных. Обработка и анализ динамики экспериментальных данных, получаемых с тренажерного комплекса Con-trex, осуществляется в рамках вычислительной методики, которая включает нелинейную многопараметрическую регрессию данных (на основе нейросетей) для повышения точности решения задач аппроксимации [2], а также эффективную визуализацию многомерных данных на основе метода упругих карт [3, 4].

В эксперименте измерены: удельная максимальная мощность (Вт/кг), удельная средняя мощность (Вт/кг), удельная работа (Дж/кг), удельный крутящий момент максимальный (Нм/кг), максимальная мощность (Вт), средняя мощность (Вт), работа (Дж), крутящий момент максимальный (Нм).

В каждом подходе измеряются параметры при движении по часовой стрелке (ЧС) и против часовой стрелки (ПЧС), по пятьдесят значений в каждой таблице. Кроме того, построены соответствующие графики, где отображена динамика показателей в ходе эксперимента. На основе этого материала построены соответствующие модели данных измерений изучаемого процесса.

* © Андрейчик Е.А., 2019

Для построения нелинейных регрессионных моделей на основе данных эксперимента применяется алгоритмическое и программное обеспечение, разработанное в ИВМ СО РАН. Моделирование многомерных данных для решения задачи аппроксимации выполняется с применением авторской программы «Модели» (нейросетевой подход). Для решения задачи визуализации экспериментальных данных (метод главных компонент) применяется комплекс программ ViDaExpert.

Анализ динамики экспериментальных данных. Рассмотрим задачу построения моделей (программа «Модели»), которые аппроксимируют экспериментальные данные в первом приближении (тренды). Все расчеты выполняются в среде Excel. На первом этапе созданы отдельные таблицы в Excel, где в первом столбце размещаются исходные данные, по которым будет происходить моделирование, а во втором столбце – количество измерений (задач). Всего измерений (задач) в каждой таблице 50. После этого в среде Excel открывается надстройка «Модели» для задания параметров обучения нейронной сети (оценка подстроечных параметров в функции аппроксимации данных).

Для решения задачи аппроксимации (построение трендов) заданы определенные параметры расчета. После обучения нейронной сети на основе исходной таблицы данных создается модель (поиск значений подстроечных параметров нелинейной многопараметрической регрессии), на основе которой строятся графики аппроксимационной (модельной) функции (рис. 1), где первый ряд отображает исходные данные, а второй ряд – расчетные значения по модели (функции).

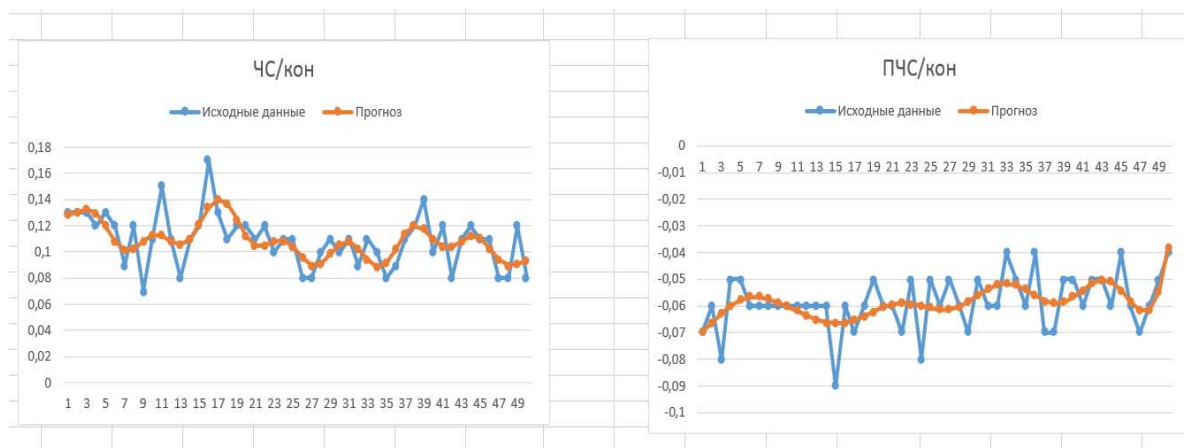


Рис. 1. Пример построения модели на основе данных «Удельный максимальный крутящий момент»

Построенные в работе графики для каждого из восьми показателей изучаемого процесса наглядно демонстрируют, насколько хорошо обучилась нейронная сеть и правильно ли подобраны параметры обучения нейросети.

Визуализация экспериментальных данных. В работе выполнены построения упругих карт для всех исследуемых показателей изучаемого процесса, которые указаны выше. Имеющиеся исходные данные занесены в текстовые

файлы, которые обработаны и импортированы в программу ViDaExpert. На основе загруженных данных создается таблица, в которой возможно выбрать, по каким параметрам будет строиться карта, отображающая взаимосвязь исследуемой информации.

Затем создается карта и выбирается способ отображения на ней данных. В нашем случае это метод главных компонент, после применения которого карта принимает необходимый вид. Далее выполняется цветовая раскраска точек полученной карты, где цветом выделяем различные показатели состояния, которые описаны выше.

Для более наглядного представления имеющейся информации построены вложения упругой карты в пространство главных компонент. Это осуществлено с помощью построения «мягкой» карты. Ценность такого моделирования наиболее полно отражена в возможности наложения информации, связанной с данными, с помощью раскраски, которая может изобразить значения изучаемого признака (показателя процесса). Принято и показано в работе, что в данной раскраске синие оттенки соответствуют малым значениям признака, а красные соответствуют большим значениям (рис. 2).

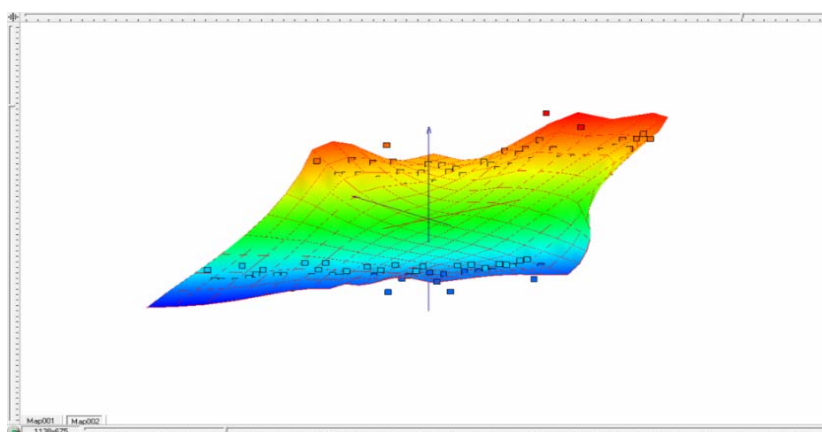


Рис. 2. Пример построения упругой карты: «Крутящий момент (максимальный)»

Заключение

Выполнено моделирование экспериментальных данных, полученных на основе применения комплекса Con-trex в рамках решения задачи восстановления плечевого сустава. Построены аппроксимационные модели и их визуализации для каждого измеряемого в эксперименте параметра, пригодные для последующей интерпретации.

Таким образом, в ходе исследований и расчетов решены задачи аппроксимации и визуализации экспериментальных данных с целью повышения точности оценок при решении содержательных диагностических задач.

Список литературы

1. Кабаев Е. М., Трубников В. И., Малков А. Б. Возможности применения диагностическо-тренажерного комплекса с биологической обратной связью

Con-trex в послеоперационной реабилитации при травмах плечевого сустава // Медицина экстремальных ситуаций. 2017. № 4 (62). С. 56–62.

2. Горбань А. Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере. Новосибирск : Наука, 1996. 276 с.

3. Зиновьев А. Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск : Изд. КГТУ, 2000.

4. Горбань А. Н., Зиновьев А. Ю., Питенко А. А. Визуализация данных методом упругих карт // Информационные технологии. 2000. № 6. С. 26–35.

РАЗРАБОТКА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «RADAXO»

А.В. Грицив, П.С. Леванюк, С.Д. Далинкевич*

Научный руководитель А.Н. Шниперов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Криптография и стеганография – два абсолютно разных подхода к решению задачи защиты информации. Криптография обеспечивает секретность передаваемых данных, в то время как стеганография базируется на сокрытии самого факта передачи информации. Это может быть использовано в условиях современных информационных войн для создания скрытых и надежных каналов передачи информации.

Данная работа посвящена процессу разработки стеганографической системы под кодовым названием «Radaxo». Основная концепция строится на основе сетевой стеганографии, которая активно развивается в последние годы благодаря широкому распространению интернет-технологий.

В общем случае можно выделить три способа внедрения секретного сообщения при помощи сетевой стеганографии:

- 1) путем модификации пакетов (TranSteg – Transcoding Steganography [1]);
- 2) путем модификации протокола (SCTP – Stream control transport protocol [2]);
- 3) гибридные методы (RSTEG – Retransmission Steganography [3]).

Для разрабатываемой системы передача секретного сообщения происходит путем встраивания задержек между фрагментами передаваемых данных. Такой выбор обоснован, прежде всего, хорошей скрытностью и большой пропускной способностью получаемого скрытого канала. Однако для его реализации требуется стеганоканал передачи информации с довольно большим и постоянным потоком передаваемых данных. Поэтому реализуемая стеганосистема имитирует сервер интернет-радио. В общем виде (рисунок) она будет состоять из:

- 1) серверная часть, которая представляет из себя ASP.NET Core приложение. Поточковая передача медиаинформации производится при помощи библиотеки SignalR. Параметры инициализации подключения передаются при помощи технологии Web Socket, предназначенной для обмена сообщениями между клиентом и веб-сервером в реальном времени;
- 2) клиентская часть – браузерное веб-приложение, написанное с использованием фреймворка React;
- 3) анализатор – скрипт, написанный на NodeJS.

Принцип работы интернет-радио следующий:

* © Грицив А.В., Леванюк П.С., Далинкевич С.Д., 2019

- 1) потоковая передача медиаинформации инициализируется с помощью удаленного вызова функции на сервере;
- 2) на каждый фрагмент принятых данных генерируется событие. В функции обработчике события производится преобразование полученных данных к стереоформату;
- 3) преобразованные данные аккумулируются в буфере;
- 4) в контекст воспроизведения по мере необходимости добавляются данные из буфера (3). Для синхронизации используется технология тройных таймингов.

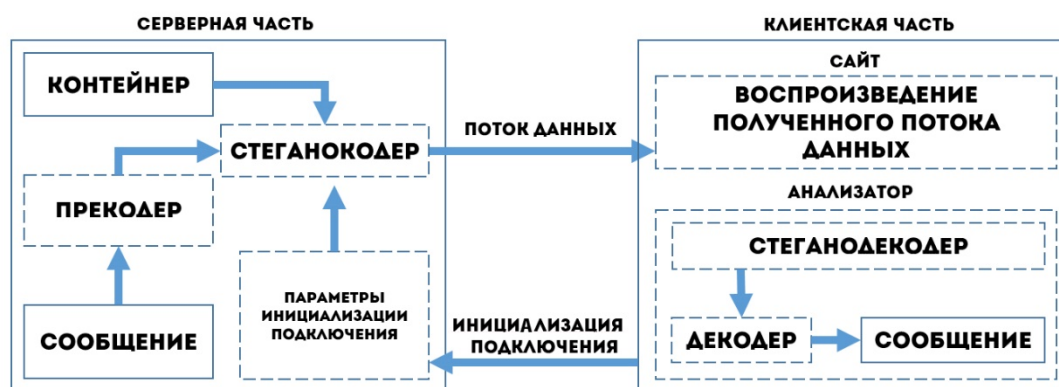


Рис. Структурная схема «Radaxo»

Принцип работы стеганосистемы:

- 1) передаваемое сообщение преобразуется в битовую последовательность;
- 2) между фрагментами встраивается задержка допустимой средней длительности, если соответствующий бит входного сообщения равен 0, и максимальной длительности, если соответствующий бит входного сообщения равен 1;
- 3) получатель секретного сообщения при помощи анализатора может отлавливать задержки, встраиваемые на шаге 2, и восстанавливать по ним передаваемое сообщение.

Список литературы

1. Frączek W., Mazurczyk W., Szczypiorski K. Stream Control Transmission Protocol Steganography // Warsaw University of Technology, Institute of Telecommunications. URL: <http://arxiv.org/abs/1006.0247>.
2. Stewart R. Ed. Stream Control Transmission Protocol. -RFC 4960–Request for Comments: 4960, 2007 // IETF Tools. URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc4960>.
3. Пескова О. Ю., Халабурда Г. Ю. Применение сетевой стеганографии для защиты данных, передаваемых по открытым каналам Интернет / Технологический институт Южного федерального университета. 2013. 7 с.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Е.А. Петренко*

Научный руководитель Т.А. Кустицкая
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Псориаз (ПС) является одним из наиболее распространенных заболеваний кожи. Псориатический артрит (ПсА) – это прогрессирующее воспалительное заболевание суставов и позвоночника. Несмотря на достигнутые успехи в изучении ПС и ПсА в клинической практике отсутствуют четкие маркеры прогрессирования заболевания с формированием его тяжелых форм [1]. В связи с этим была поставлена задача: построить модель для классификации пациентов на три класса: ПС, ПсА и здоровые, а также выявить наиболее значимые признаки на основе предоставленной базы. Набор данных X^m включает в себя значения численных и категориальных признаков (результаты анализов, клинических проявлений) для каждого пациента и вектор Y^m откликов, значения компонентов которого – диагнозы пациентов.

Так как для решения поставленной задачи требуется не только построение классификатора, а также получение формулы вычисления вероятности принадлежности к классам для дальнейшего использования в медицинской практике, то для построения классификатора была использована модель логистической регрессии, в рамках которой вероятность принадлежности к классам вычисляется по формуле

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(w,x)}}$$

где веса w находятся путем минимизации функции эмпирического риска:

$$Q(X) = \sum_{i=1}^m \log_2(1 + e^{-y_i(w, X_i)})$$

Для получения более качественной модели было принято решение произвести двухэтапную классификацию.

На первом этапе требуется получить формулу для вычисления вероятности $P(x)$ принадлежности к классу больных. В ходе предварительной обработки данных возникли следующие проблемы:

- большое количество пропусков значений признаков;
- существование зависимости между показателями.

* © Петренко Е.А., 2019

Пропущенные значения наиболее важных с точки зрения медицины признаков были заполнены средним арифметическим всех имеющихся значений конкретного показателя в группе здоровых пациентов.

Построение модели осуществлялось с использованием средств языка программирования для статистических расчетов R. Для обнаружения связи между предикторами, а также между предикторами и откликом, была построена корреляционная матрица (рис. 1), в которую были включены наиболее важные показатели.

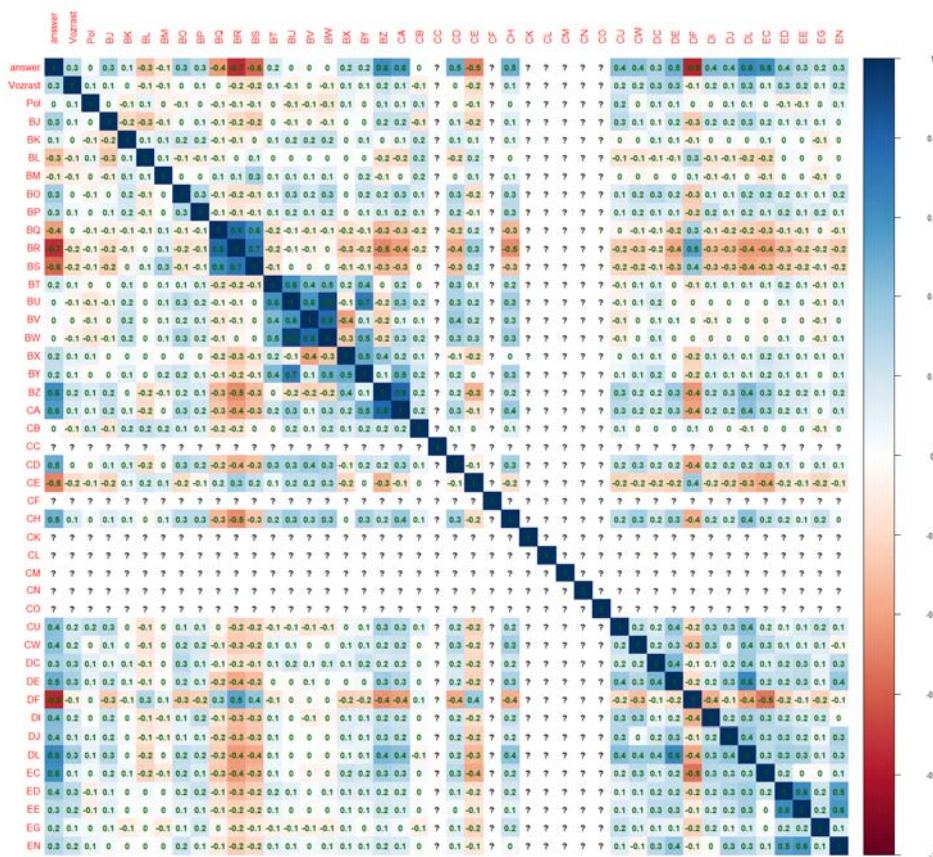


Рис. 1. Корреляционная матрица

В результате анализа коэффициентов корреляции, а также использования критерия Акаике, была получена следующая формула:

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(1.933BH_{ca} + 2.04533BH_{cc} - 2.54059BR + 0.56405BZ + 0.02478CA - 6.62939DF + 3.59377EC_1)}}$$

где условным обозначениям соответствуют следующие показатели:

- BH – $IL10-597 = \{ca, cc\}$;
- BR – $Ig M$, г/л;
- BZ – $CD 16$ %;
- CA – $CD 16$ абс;
- DF – триглицериды;
- EC_1 – УЗИ: протоковые изменения.

Для данной модели были получены следующие оценки:

- $accuracy = 0.7011494$ – доля правильных ответов;
- $sensitivity = 0.509434$ – насколько хорошо найдены объекты из класса больных;
- $specificity = 0$ – насколько часто объекты класса ЗД были отнесены к классу больных;
- $precision = 1$ – насколько часто объекты класса больных были правильно отнесены к классу больных;
- $AUC = 0.755$ – площадь под ROC – кривой ошибок (рис. 2).

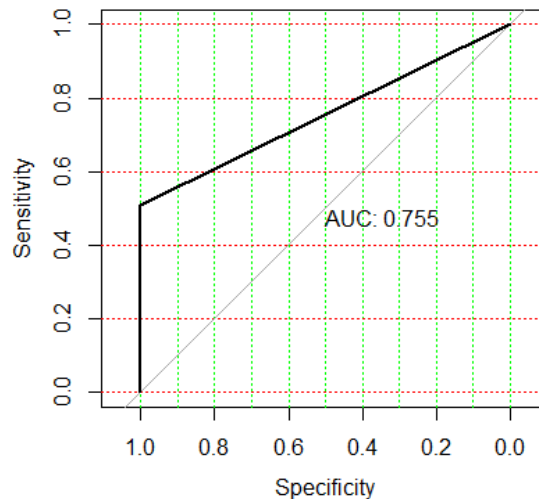


Рис. 2. ROC -кривая

Второй этап построения модели заключается в получении формулы для вычисления вероятности $P_1(x)$ принадлежности к классу ПА. Соответственно, вероятность $P_2(x)$ принадлежности к классу ПсА будет вычисляться по формуле $P_2(x) = 1 - P_1(x)$

Список литературы

1. Барило А. А. Сравнительная клинико-иммунологическая и генетическая характеристика псориаза и псориатического артрита : дис. ... канд. мед. наук: 14.03.09: защищена 02.03.2017.
2. Джеймс Г., Уиттон Д., Хасты Т., Тибширани Р. Введение в статистическое обучение. М. : ДМК, 2016.
3. Шитиков В. К., Мастицкий С. Э. Классификация, регрессия и другие алгоритмы Data Mining с использованием R. Тольятти, 2017.
4. Кабаков Р. И. R в действии. М. : ДМК, 2014.
5. Флах П. Машинное обучение. М. : ДМК, 2015.

СКРЫТЫЙ КАНАЛ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ ЗВУКОВОГО СИГНАЛА

Е.А. Халтурин, Д.К. Курметова, А.К. Горюнова*

Научный руководитель А.Н. Шниперов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В данной работе представлен разработанный стеганографический комплекс, основывающийся на генерации звукового файла.

Генерируемый звуковой файл является контейнером для передачи скрываемого сообщения. Он имеет достаточное значение функции подобия со звуковыми файлами аналогичного музыкального жанра. Используемый формат файла, с которым работает стеганографический комплекс, – mp3, так как он достаточно распространён среди пользователей сети Интернет. Интернет является основным каналом связи нашей системы, поэтому выбор формата mp3 являлся приоритетным по сравнению с другими форматами.

Для того чтобы генерируемый файл получился осознанным, не вызывающим подозрения у аналитика, используются методы генерации, основанные на Марковских цепях. Шаблоны фрагментов файла, с необходимой характеристикой, изъяты из различных звуковых файлов, с открытой лицензией на них.

Звуковая дорожка файла mp3 представлена амплитудно-временной характеристикой, разбитой на множество фреймов, которые будут варьироваться и состыковываться между собой. Файлы будут использовать постоянный битрейт (CBR) для уменьшения количества требуемых шаблонов.

Для внедрения сообщения генерируется файл с определённым значением указанного по счёту экстремума амплитудной характеристики. Если он выше среднего значения, то шифруется единица, иначе ноль.

Для обработки файла используется свободно распространяемый кодек LAME. С его помощью можно определить амплитудную характеристику звукового файла, сжатого форматом mp3.

В итоге будет использован словарь соответствий фреймов с битовой последовательностью. Для каждого фрейма будет определен коэффициент согласования с другим фреймом, который будет рассчитан для каждой пары. Тем самым полученный на выходе звуковой файл будет иметь вероятностную реализацию.

Список литературы

1. Грибунин В. Г., Оков И. Н., Туринцев И. В. Цифровая стеганография. М. : Солон-Пресс, 2002. 208 с.
2. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики / пер. с англ. М. : Иностранная литература, 1963. 829 с.

* © Халтурин Е.А., Курметова Д.К., Горюнова А.К., 2019

3. Arnold M., Kanka S. MP3 robust audio watermarking // International Watermarking Workshop. 1999.

СИСТЕМА ПОСТРОЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ МЕТОДОВ ПЕРВОГО ПОРЯДКА ТИПА РУНГЕ – КУТТЫ*

А.М. Щербанюк[†]

Научный руководитель М.В. Рыбков
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Введение. В настоящее время математическое моделирование находит все более широкое применение во многих областях естественных наук. В частности, для моделирования различных процессов природного и техногенного характера бывает необходимо проводить исследования систем обыкновенных дифференциальных уравнений. В большинстве случаев данные системы формулируются в виде задачи Коши, большой класс которых описывается жесткими системами дифференциальных уравнений. Для их решения в настоящее время используются явные и неявные методы типа Рунге – Кутты.

Современные алгоритмы на основе явных методов не приспособлены для решения жестких задач, что связано с уменьшением шага интегрирования ввиду возникновения противоречия между требованиями точности и устойчивости численной схемы на участках установления задачи. Однако данной проблемы можно избежать с помощью контроля устойчивости, применяемого в алгоритмах, разработанных в [1].

Целью данной работы является создание программного комплекса автоматического конструирования высокостадийных методов для решения жестких задач явными методами типа Рунге – Кутты.

Программный комплекс. В [2] разработан алгоритм для определения коэффициентов многочленов устойчивости, при которых метод имеет заданные форму и размер области устойчивости.

Число стадий метода первого порядка, m	<input type="text" value="27"/>
Коэффициент, μ	<input type="text" value="0.95"/>
Значение точности, ϵ	<input type="text" value="0.001"/>
Параметр контроля нулевого решения, γ	<input type="text" value="1.0"/>

Рис. 1. Интерфейс программного комплекса для задания входных параметров метода

С помощью полученных коэффициентов становится возможным нахождение коэффициентов методов первого порядка, в том числе с согласованными областями устойчивости. Данная работа легла в основу разрабатываемого про-

* Исследование выполнено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-31-00375).

[†] © Щербанюк А. М., 2019

граммного комплекса. Созданный программный комплекс позволяет пользователю задавать входные параметры для конструирования метода, представленные на рис. 1. На рис. 2 представлен интерфейс задания режима расчета.

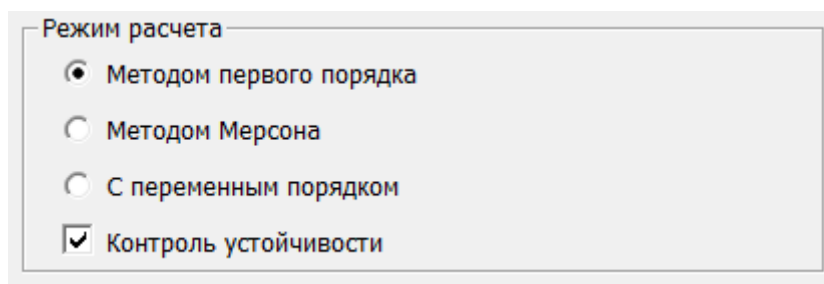


Рис. 2. Интерфейс задания режима расчета

```
c[30][25] = 0.197092299728644147199e-59  
c[30][26] = 0.469834135263801373283e-63  
c[30][27] = 0.845356527105016909521e-67  
c[30][28] = 0.107895504325758382528e-70  
c[30][29] = 0.870317095237545496895e-75  
c[30][30] = 0.333461862973033619311e-79
```

Рис. 3. Рассчитанные коэффициенты многочленов устойчивости для 30-стадийного метода

В ходе разработки данного программного комплекса была выявлена следующая проблема: с увеличением числа стадий метода наблюдается значительное уменьшение коэффициентов многочленов устойчивости. Так, для 30-стадийного метода рассчитываемые коэффициенты полиномов могут достигать -79 степени (рис. 3).

Стандартные средства языка программирования C++ не способны обеспечить вычисления с подобной точностью. Поэтому было принято решение интегрировать в созданный программный комплекс инструменты для обеспечения высокоточных вычислений. Изначально была выбрана библиотека QD, позволяющая производить вычисления с четверной точностью, что в два раза превышает точность вычислений с помощью стандартных средств языка C++. К сожалению, данный инструмент подходит лишь для Linux-based систем, а точность вычислений хоть и увеличилась в два раза, но осталась по-прежнему весьма ограниченной. Ввиду данных недостатков был выбран набор инструментов GMP. Данная библиотека обладает следующими характеристиками:

- кросс-платформенность – возможность использовать данную библиотеку на любой операционной системе;
- наличие C/C++ стиля – возможность для программиста сделать выбор либо в пользу скорости и удобства написания кода (C++ стиль), либо в пользу скорости выполнения программы (C стиль);
- наличие инструментов для работы с целыми, рациональными и вещественными числами;

- точность вычислений ограничена лишь объемом оперативной памяти;
- алгоритмы вычислений реализованы с помощью низкоуровневых средств, что увеличивает скорость их работы.

Заключение. Использование библиотеки высокоточных вычислений позволило строить методы вплоть до 35 порядка. Работоспособность разработанного программного комплекса была протестирована на задаче орегонатора, статистика решения которой представлена на рис. 4.

Текущее время, t	0.3e3
Текущий шаг, h	0.138194313520750969087e0
Статистика работы программы	
Общее число шагов	7618
Общее число возвратов	1720
Число вычислений правой части	238922
Число шагов по методу первого порядка	7618
Число возвратов по методу первого порядка	1720
Число шагов по методу Мерсона	0
Число возвратов по методу Мерсона	0
Время расчета	0:0:3

Рис. 4. Статистика работы программы при решении задачи орегонатора

Список литературы

1. Новиков Е. А. Явные методы для жестких систем. Новосибирск : Наука, 1997.
2. Новиков Е. А., Рыбков М. В. Численный алгоритм построения многочленов устойчивости методов первого порядка // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 9(2). С. 80–85.

РАЗРАБОТКА СЕТЕВОЙ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

А.М. Щербанюк, Н.В. Немков*

Научный руководитель А.Н. Шниперов
кандидат технических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

В современном мире существует необходимость передачи информации ограниченного доступа. Применение криптографических методов позволяет решить данную проблему. Тем не менее в отдельных случаях требуется не только скрыть содержание передаваемой информации, но и сам факт ее передачи. Для достижения подобных целей используются методы стеганографии. В связи с тем, что основным средством распространения информации на сегодняшний день является Интернет, наблюдается бурное развитие методов организации скрытых каналов передачи информации, основанных на особенностях работы сетевых технологий. Примером может служить [1]. Как правило сетевая стеганография базируется на методах модификации данных в сетевых пакетах, модификации структуры передачи пакетов или гибридных подходах [2]. Методы, основанные на модификации данных, изменяют служебные поля [3, 4] или управляют размером пакетов [5].

В данной работе рассматривается модель сетевой стеганографической системы, основанной на методе модификации структуры передачи пакетов, в частности, методе управления задержками пакетов [6]. Общая схема работы комплекса представлена на рис. 1.

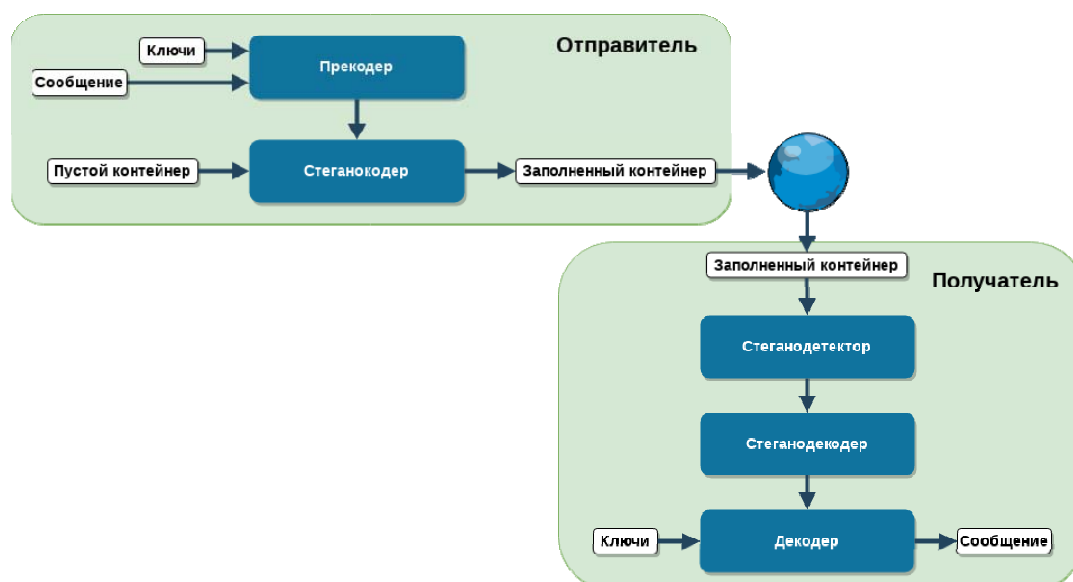


Рис. 1. Общая схема работы стеганосистемы

Прекодер выполняет следующие преобразования:

* © Щербанюк А.М., Немков Н.В., 2019

1) опциональное шифрование входного сообщения с помощью алгоритма AES-256;

2) перевод сообщения (или зашифрованного сообщения) в бинарную последовательность с помощью заранее определенной таблицы соответствия каждому символу 8-битной последовательности;

3) применение к полученной битовой последовательности помехоустойчивого кодирования.

Для передачи информации ТСП-трафик первоначально разбивается на группы, каждая из которых содержит одинаковое фиксированное число ТСП-пакетов (рис. 2).

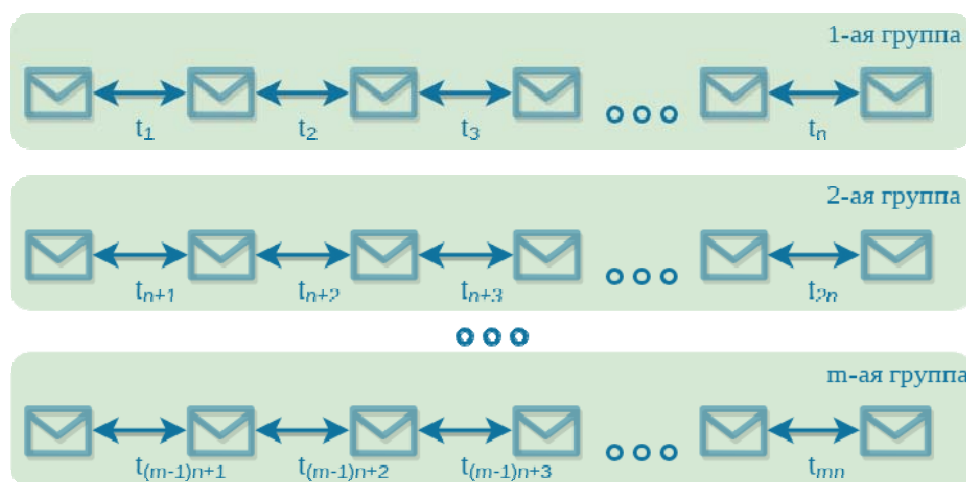


Рис. 2. Процесс встраивания скрытой информации в сетевой трафик

Затем стеганокодер производит встраивание информации следующим образом: создает искусственную задержку между пакетами в группе, если очередной бит бинарной последовательности, сформированной прекодером, равен единице.

Стеганодетектор выявляет среди множества ТСП-пакетов те, что относятся к скрытой передаче, и игнорирует прочие.

После начала ТСП-сессии, относящейся к стеганосистеме, стеганокодер замеряет временные задержки между ТСП-пакетами и объединяет их в группы из одинакового фиксированного числа пакетов, совершая, таким образом, обратные стеганокодеру действия. Затем, вычисляя среднюю задержку в группе, стеганокодер, на основе некоторого критического значения, сопоставляет группе ТСП-пакетов единицу, в случае условно «высокой» задержки, или нуль, в случае условно «низкой».

Полученная битовая последовательность поступает на вход декодера, который:

1) исправляет искажения, в случае их возникновения при передаче;

2) расшифровывает сообщение (если при отправке входное сообщений было зашифровано).

Таким образом, осуществляется скрытая передача сообщения от отправителя к получателю с использованием методов сетевой стеганографии.

Список литературы

1. Шипулин П. М., Козин В. В., Шниперов А. Н. Метод организации скрытого канала передачи информации на основе протокола потоковой передачи данных // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018. Т. 18. № 5. С. 834–842. doi: 10.17586/2226-1494-2018-18-5-834-842.

2. Mazurczyk W., Wendzel S., Zander S., Houmansadr A., Szczypiorski K. Information Hiding in Communication Networks: Fundamentals, Mechanisms, Applications, and Countermeasures. Wiley, 2016. 296 p.

3. Dyatlov A., Castro S. Exploitation of data streams authorized by a network access control system for arbitrary data transfers: tunneling and covert channels over the http protocol. Technical Report. Gray World, 2003. 8 p.

4. Rowland C. H. Covert channels in the TCP/IP protocol suite // First Monday. 1997. V. 2. N 5. 15 p. doi: 10.5210/fm.v2i5.528.

5. Lewis S., Murdoch S. J. Embedding covert channels into TCP/IP // Lecture Notes Computer Science. 2005. V. 3727. P. 247–261. doi: 10.1007/11558859_19.

6. Berk V., Cybenko G., Giani A. Detection of covert channel encoding in network packet delays. Technical Report TR 2005-536. Dartmouth College, 2005. 11 p.

Проектирование зданий и экспертиза недвижимости

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ

П.Ю. Веде, Д.В. Тараненко*

Научный руководитель Р.А. Назиров
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В климатических условиях большинства регионов России значительная доля энергии расходуется на поддержание требуемых температур в помещениях в зимний период. Для рационального использования энергии оболочка здания должна максимально эффективно сохранять тепло. Это достигается путем регулирования сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций.

Сопротивление теплопередаче – это физическая величина, характеризующая усредненную по площади плотность потока теплоты через фрагмент теплозащитной оболочки здания в стационарных условиях теплопередачи [1]. Однако строительный опыт, практические и фундаментальные исследования показывают, что нестационарные процессы в моделях теплопередачи оказывают значительное влияние на работу ограждающих конструкций.

Теплоемкость, учет которой необходим при нестационарном расчете, играет большую роль в работе ограждающих конструкций, так как является следствием смещения фаз температурных колебаний и уменьшения пиковых значений. В некоторых исследованиях [3, 4] выявлено, что тепловая масса может оказывать положительный эффект на регулирование микроклимата помещений и снижать энергопотребление. Таким образом, теплоемкость ограждающих конструкций может выступать как один из методов управления тепловыми энергетическими потоками здания.

Таблица 1

Характеристики стен

№	Материал несущего слоя	Толщина несущего слоя, м	Толщина утеплителя, м	C , кДж/(м ² ·°С)	$\lambda_{эфф}$, Вт/(м·°С)	$a_{уд}$, 10 ⁻⁷ м/с	R , м ² ·°С/Вт
1	Кирпичная кладка	0,38	0,121	607,0	0,143	2,36	3,50
2	Газопенобетон	0,40	0,026	135,5	0,122	8,99	
3	Газопенобетон	0,40	0,094	272,7	0,141	5,17	
4	Сосна	0,24	0,073	279,1	0,090	3,21	
5	Керамзитобетон	0,40	0,119	542,6	0,148	2,73	

* © Веде П.Ю., Тараненко Д.В., 2019

Для определения влияния теплоемкости на работу ограждающих конструкций было проведено численное моделирование ряда стен с одинаковым сопротивлением теплопередаче, но разной теплоемкостью. Сопротивление теплопередаче регулировалось толщиной утеплителя. Теплотехнические расчеты проводились согласно методике СП 50 [1] для города Красноярск [2].

Выходными параметрами расчета были внутренние температуры на поверхностях стен представленные на рис. 1.

Таблица 2

Исходные данные

Наименование	Показатель
Коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, α_{int}	8,7 Вт/(м ² ·К)
Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности, α_{ext}	23 Вт/(м ² ·К)
Внутренняя температура, T_{int}	21 °С
Наружная температура, T_{ext}	$f(\tau)$ °С
Солнечная радиация, S	$f(\tau)$ Вт/м ²

Примечание: в качестве наружных температур принимались годовые температуры в городе Красноярске с 01.06.2017 по 01.06.2018.

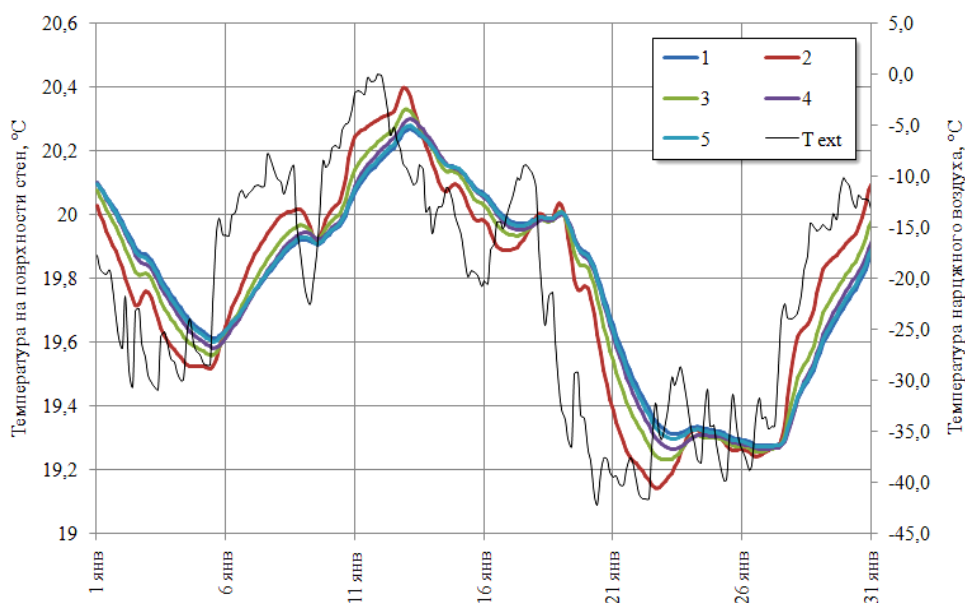


Рис. 1. Температура на внутренних поверхностях стен в течение января

Из графика на рис. 1 видно, что температура на поверхностях стен с более высокой объемной теплоемкостью (1, 5) имеет плавный характер, меньшие пики и больший сдвиг по времени, по сравнению с температурой на стенах с меньшей теплоемкостью (2, 3).

Для оценки работы конструкций определены годовые расходы энергии с одного квадратного метра стены. Результаты расчета сведены в табл. 3.

Расход энергии на поддержание микроклимата за 1 год

№ Стены	C, кДж/(м ² ·°C)	+Q, Вт·ч/м ²	-Q, Вт·ч/м ²	Q, Вт·ч/м ²
1	607,0	30564	8676	39240
2	135,5	30922	9128	40050
3	272,7	30691	8853	39544
4	279,1	30631	8769	39400
5	542,6	30583	8705	39288

Примечание: здесь +Q – расход энергии на нагрев; -Q – расход энергии на охлаждение.

По результатам расчетов видно, что с увеличением теплоемкости ограждающей конструкции расход энергии уменьшается. Однако эффект экономии небольшой. Разница в расходе на нагрев помещения между самой массивной и самой легкой конструкциях чуть более 1 %, на охлаждение примерно 5 %.

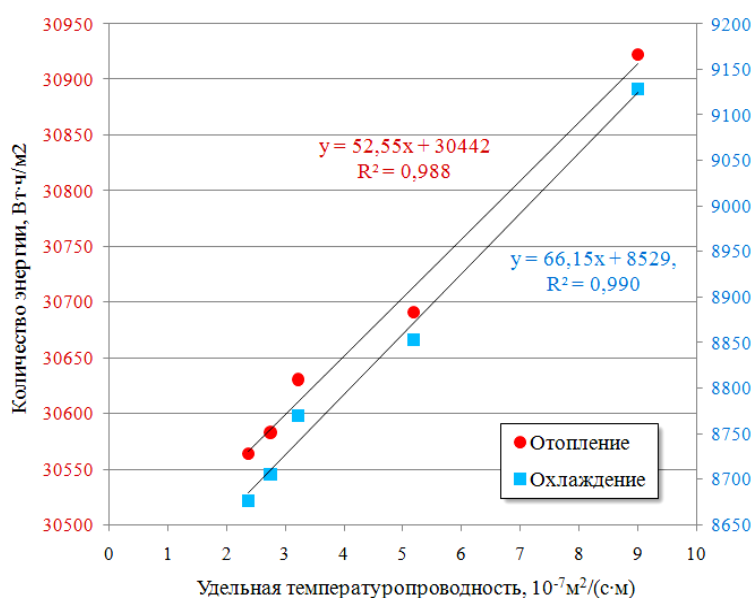


Рис. 2. Расход энергии на поддержание микроклимата в зависимости от удельной теплопроводности

На рис. 4 показана зависимость расхода энергии от удельной теплопроводности. В данном промежутке значений зависимость принимает линейный вид, величина достоверности аппроксимации близка к единице. В уравнениях линий трендов угловые коэффициенты 52,6 для отопления и 66,2 для охлаждения. Это говорит о том, что в теплый период и межсезонье теплоемкость ограждающих конструкций дает больший эффект экономии, чем в зимний.

По итогам исследований сделаны следующие заключения. Теплоемкость ограждающих конструкций может положительно сказываться на расходе энергии. Очевидно, что на эффективность использования тепловой массы, как метода повышения энергоэффективности, значительно влияет значение средней наружной температуры и ее амплитуды колебаний. В летний период теплоем-

кость ограждающих конструкций даёт большой эффект экономии, так как температуры наружного воздуха и поступление солнечной радиации дают временные избытки энергии, которые аккумулируются в массивных конструкциях, исключая тем самым перегревы в помещениях, однако в зимний период эти избытки минимальны.

Список литературы

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. Введ. 2013-07-01. М. : Минрегион России, 2012.
2. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. Введ. 2013-01-01. М. : Минстрой России, 2015.
3. Nicola Rinaldi, Thermal Mass, Night Cooling and Hollow Core Ventilation System as Energy Saving Strategies in Buildings // КТН – Стокгольм, Швеция, 2009.
4. Building envelope and heat capacity: re-discovering the thermal mass for winter energy saving // 2nd PALENC Conference and 28th AIVC Conference on Building Low Energy Cooling and Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century. Греция, 2007.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

В.Д. Витюгов*

Научный руководитель В.В. Серватинский
кандидат экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При предпроектном анализе территории, в целях обоснования нового строительства, реконструкции часто необходимо использовать большое количество исходных данных, множество из которых можно взять в сети Интернет. Рассмотрим основные источники этих данных.

В первую очередь это сервис OpenStreetMap's [1] из которого можно взять векторные данные с атрибутами, такие как УДС и ее характеристики, полигоны зданий с атрибутами, информацию о парковках, парках и прочих городских объектах.

Второй полезный сервис это данные Государственной корпорации «Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» [2]. В данной базе данных представлен жилищный фонд, обслуживаемый управляющими организациями, и содержит подробную информацию о каждом доме: этажность, год постройки, площадь, количество квартир и пр. С помощью данных сервиса можно оценить интенсивность жилой застройки, ее плотность, количество и плотность населения, оценить состояние жилищного фонда.

Третий источник данных – это открытые базы данных органов власти, как и муниципальной в лице администрации города, так региональной и федеральной. Это данные о расположении социальных, культурных, транспортных объектов. Сюда же можно отнести данные ЦИК РФ, позволяющие оценить численность населения территории.

Далее рассмотрим источники данных, которые не заявляются как открытые, они не предназначены для сохранения, а на их использование налагаются некоторые ограничения. В первую очередь это данные крупных технологических компаний, которые обладают сайтом в сети Интернет, на который выводятся данные с геопривязкой. Обычно это сайты с картой, на которую выводятся метки объектов. В частности, с таких сайтов можно получить информацию о объектах инфраструктуры, зданиях, УДС, загруженности дорог, объектах недвижимости, выставленных на продажу или сдающихся в аренду, с указанием цен и характеристик объекта.

Компании, предоставляющие эти данные, не предоставляют возможность для их сохранения, однако есть способ сохранять данные, которые доступны только для просмотра на интернет-сайте. Рассмотрим методику сохранения этих данных для дальнейшей обработки.

* © Витюгов В.Д., 2019

Часто при отображении данных на картах можно легко отследить и перехватить точки, которые наносятся на карту. При их нанесении, происходит подключение к другому сайту, адрес которого не совпадает с тем, на котором вы находитесь.

Данные подключения можно отследить в обычном браузере, путем вызова инструментов разработчика клавишей F12, далее следует переключиться на вкладку Networks или сеть, на которой указаны все внешние подключения сайта, и затем выбрать тип отображаемых файлов XHR. В файлах формата JSON содержится необходимая нам информация. От сайта к сайту она обладает разной степенью полноты, где-то указывается только координаты точек, где-то есть и их параметры.

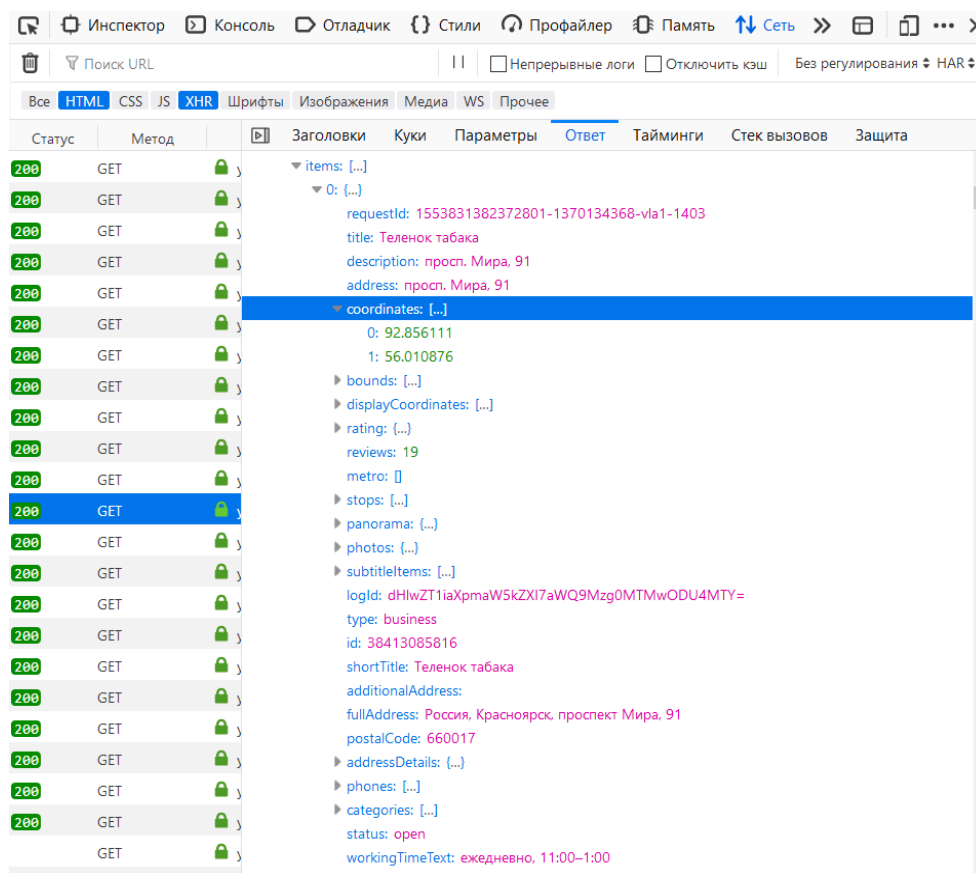


Рис. 1. Пример ответа одного из картографических сервисов

Также сайт может ограничивать количество выдаваемых результатов определенным количеством, тогда придется делать несколько запросов, чтобы охватить большую территорию.

Чтобы сохранить данные в виде таблицы, следует обратиться по URL адресу запроса. Это можно сделать следующим образом: открыть URL запроса в отдельном окне браузера и скопировать необработанные данные в конвертер форматов JSON to CSV, или сразу вставить ссылку в конвертер из JSON в формат CSV. Формат CSV представляет собой табличный файл, который может быть подвергнут дальнейшей обработке.

Для примера составим тепловую карту объектов общественного питания г. Красноярска. Данные были взяты у одного из картографических сервисов, при обработке результатов задействовано 1 890 точек.



Рис. 2. Пример использования данных

Данные источники помогают значительно усовершенствовать комплексную оценку территории города благодаря использованию больших баз данных. Но следует быть осторожным с использованием данных и знакомиться с политикой предоставляющей их компании в области защиты данных, так как многие компании выступают против сохранения их данных и дальнейшей их обработки.

Список литературы

1. Картографический сервис OpenStreetMap's : сайт. URL: <http://www.openstreetmap.org>.
2. Официальный сайт «Государственная корпорация – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства» : сайт. URL: <https://www.reformagkh.ru>.

ВЛИЯНИЕ СОРБЦИОННОЙ ВЛАЖНОСТИ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ЕГО ЭМАНИРУЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ПО РАДОНУ

Е.Д. Гуненко*

Научный руководитель Р.А. Назиров
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В настоящее время установлено, что основной вклад в облучение населения вносят непосредственно природные радионуклиды [1]. При этом наибольший вклад в суммарную дозу облучения населения вносят радон и дочерние продукты его распада.

Результаты мировых эпидемиологических исследований по оценке рисков возникновения рака легкого от радона в воздухе жилых помещений [2] вызвали необходимость в совершенствовании подходов к регулированию этой проблемы. На основе этого международными организациями была реализована стратегия по защите населения от радоновой проблемы [3].

Территория Красноярского края относится к радоноопасным регионам, о чем свидетельствуют проведенные исследования. При этом к особо опасной зоне относят центральные и южные районы края [4].

Немногочисленные работы, посвященные влиянию влажности на процесс эманирования радона из горных пород [5], не носят системного характера, что также вызывает необходимость развития исследований в этом направлении. При этом практически не изучено влияние влажности на коэффициент эманирования радона из строительных материалов.

В работе приведены результаты исследования, направленные на выявление корреляции эманирующей способности от сорбционной влажности образца. Испытания образцов проводились в лаборатории радиационного контроля Сибирского федерального университета. С целью определения параметров процесса эманирования радона из готовых строительных изделий были отобраны три образца тяжелого бетона общей массой 9–11 кг, объемом 0,00423 м³ и расчетной средней плотностью $\rho = 2\,340$ кг/м³. Размер каждого образца составил 11,5 см × 7 см × 17,5 см.

Оценка эманирования радона из бетона в воздух герметичной емкости проводилась на образцах различной сорбционной влажности. Предварительно определялась масса и объем исследуемого образца. После чего образец помещался в герметичную емкость объемом 0,05 м³, куда устанавливался включенный радон-монитор AlphaGUARD. Измерения объемной активности регистрировались в автоматическом режиме на протяжении 14 дней с интервалом в 1 ч. Одновременно с концентрацией радона в воздухе камеры радиометром фиксировалась температура, относительная влажность воздуха и барометрическое давление. Информация о концентрации радона в контейнере считывалась при

* © Гуненко Е.Д., 2019

помощи персонального компьютера и программного обеспечения AlphaEXPERT. Эманлирующую способность рассчитывали по формуле

$$\eta = \frac{C_{(t)} \cdot V}{(1 - \exp^{-\lambda \cdot t}) \cdot M}, \quad (1)$$

где $C_{(t)}$ – текущая концентрация радона, Бк/м³; V – свободный объем внутри емкости, м³; t – время экспозиции, ч; $\lambda = 0,00755 \text{ ч}^{-1}$; M – масса пробы, кг.

Расчетные и экспериментальные данные представлены в таблице. Рис. 1 иллюстрирует результаты расчета по уравнению за время экспозиции в течение 330 ч. Хорошо видно, что уже через 200–250 ч отношение, рассчитанное по уравнению (1), становится постоянным, то есть наблюдается равновесие между активностью радона в воздухе герметичной ёмкости и активностью радона, находящегося в исследуемых образцах.

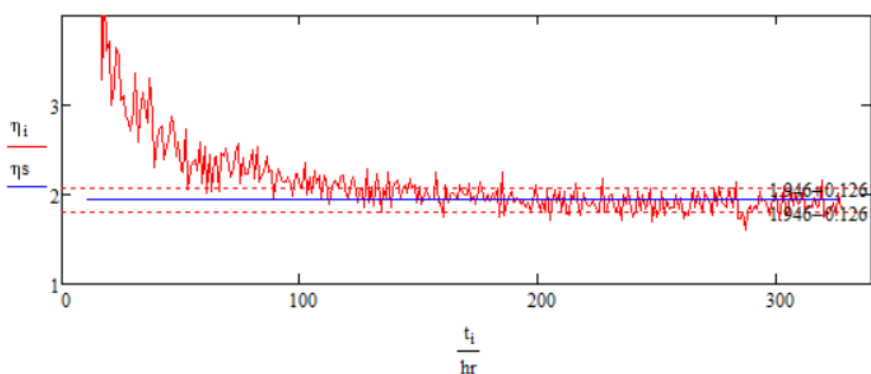


Рис. 1. Расчет эманлирующей способности по уравнению (1)

Таблица

Расчетные и экспериментальные данные

	Масса образца, кг	Температура, °С	Относительная равновесная влажность, %	Сорбционная влажность, %	Эманлирующая способность, Бк/кг
1	10,1718	29	93,5	2,763	1,946
2	9,9928	30	72,0	1,021	1,714
3	9,9582	31	41,0	0,677	1,535
4	9,8921	32	15,0	0,013	0,999
5	9,8908	-	-	0,000	-

На рис. 2 хорошо видно, что эманлирующая способность бетона повышается с увеличением сорбционной влажности бетонных образцов. Процесс хорошо описывается уравнением:

$$\eta = (\eta_{b5} - \eta_s) \cdot (1 - \exp(-n \cdot w)) + \eta_s \quad (2)$$

В этой формуле ($\eta_{95} - \eta_5$) – приращение эманлирующей способности при изменении равновесной сорбционной влажности бетона w от относительной влажности воздуха φ от 5 % до 95 %; n – некий постоянный коэффициент, характеризующий скорость процесса увеличения эманлирующей способности.

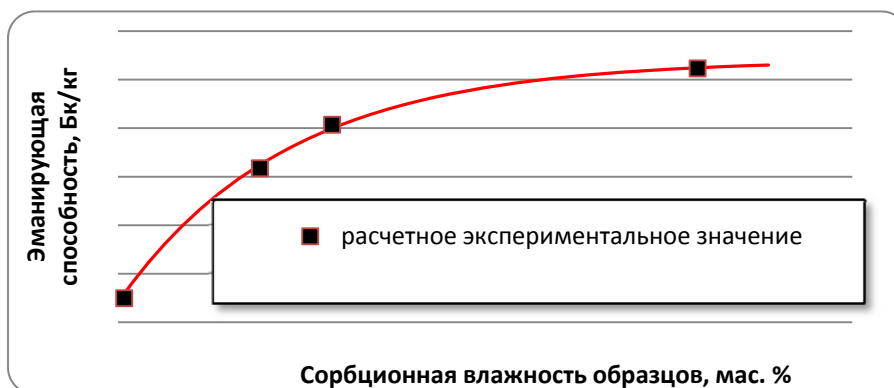


Рис. 2. Зависимость эманлирующей способности бетона от сорбционной влажности

Установлено, что эманлирующая способность бетона определяется его сорбционной влажностью, которая, в свою очередь, зависит от относительной влажности воздуха в помещениях, в которых эксплуатируется строительная конструкция. С определенной степенью достоверности можно предположить, что выявленный эффект будет наблюдаться у большинства неорганических строительных материалов и грунта под зданием. Полученные данные позволят более корректно оценивать радоновую обстановку при выборе площадки под строительство и способствовать разработке эффективных мероприятий по устройству противорадоновой защиты.

Список литературы

1. Гонсалес А., Андере Ж. Естественные и искусственные источники излучения: ядерная энергия в будущем. Сравнительный анализ источников в среде обитания // Бюллетень МАГАТЭ. 1989. № 2 С. 23–35.
2. Чушкин Н. А., Рябкова В. А., Мрачковская А. И. Актуальность изучения отдаленных последствий влияния радона на человека // Дальневосточный медицинский журнал. 2002. № 3. С. 85–87.
3. Публикация 65 МКРЗ «Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах». М. : Энергоатомиздат, 1995. 78 с.
4. Геологический атлас России. М 1:10000000 / Отв. ред. Смыслов А. А. Раздел 4. Экологическое состояние геологической среды. М.; СПб. : ВСЕГЕИ, 1996. 120 с.
5. Кургуз С. А., Тарасов И. В. Влияние водопоглощения горной породы на эманлирующую способность / ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае». Красноярск.

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО УТЕПЛЕНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ

М.А. Перькова*

Научный руководитель Р.А. Назиров
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Актуальность проблемы, представленной в работе, обусловлена большим количеством в городах устаревшей архитектуры, преимущественно возведённой в конце 1950–60 гг., и изменившимися требованиями по теплозащите к ним [1]. Большинство ранее возведенных зданий не удовлетворяют современным требованиям.

Целью исследования является изучение температурно-влажностного режима ограждающих конструкций, а именно типовых кирпичных и панельных конструктивных узлов зданий, возведенных в 1960 гг., эксплуатируемых в условиях города Красноярска с дополнительным утеплением, обеспечивающим новые требования к теплозащите, в нестационарных условиях.

Объектом исследования являются кирпичная и железобетонная ограждающая конструкция 1960 гг., наиболее распространённая в СССР (рис. 1).

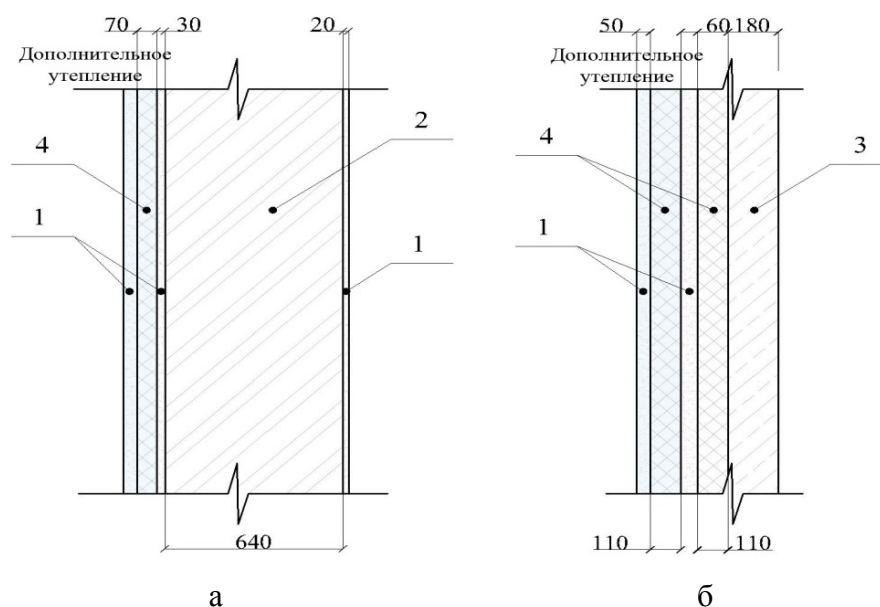


Рис. 1. Типовые узлы с дополнительным утеплителем: а – узел из кирпича, б – узел из железобетонных панелей; 1 – штукатурка, 2 – кирпич, 3 – железобетон, 4 – утеплитель

* © Перькова М.А., 2019

Теплофизические свойства материалов и граничные условия представлены в СП50 и СП 131 [2, 3].

В работе использовались два метода расчетов: аналитическая методика расчета, предложенная Корниенко[4], и методика решение системы дифференциальных уравнений тепло- и массопереноса для двумерного случая. Аналитический расчет влажностного режима ограждений в годовом цикле производится согласно методике, представленной в ISO 13788 прил. Е [5].

Для решения задачи тепло- и массопереноса предлагается рассматривать следующую систему дифференциальных отношений(1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial}{\partial x} \lambda \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \lambda \frac{\partial T}{\partial y} = 0 \\ \frac{\partial}{\partial x} \mu \frac{\partial e}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu \frac{\partial e}{\partial y} = 0 \\ E = 1,84 \times 10^{11} \exp\left(\frac{-5330}{T}\right), \\ \varphi = \frac{e}{E} \\ W = f(\varphi) \\ \lambda = f(W) \end{array} \right. \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С); Т – температура, К; μ – коэффициент паропроницаемости, мг/(ч·м·Па); е – парциальное давление водяного пара, Па; Е – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па; W – сорбционная влажность материала; φ – относительная влажность воздуха, [-].

Согласно представленным результатам для конструкции из железобетона и кирпича наблюдается выпадение влаги в области слоя с утеплением, но при дополнительном утеплении наблюдается уменьшение количества выпавшей влаги. Из результатов можно сделать вывод, что доведение теплозащитных свойств конструкции до соответствия современным требованиям значительно влияет на количество выпавшего конденсата. Из расчета, проведенного для узла из кирпича, видно, что при дополнительном утеплении образование влаги происходит только в январе, когда без дополнительного утепления период образования конденсата охватывает все зимние месяцы. Кроме того, дополнительное утепление положительно сказывается на количестве образовавшейся влаги.

Анализируя значения, полученные для узла из железобетона, видно, что накопление влаги в обоих случаях происходит в зимние месяцы, но дополнительное утепление конструкции приводит к снижению количества выпавшего конденсата.

Аналитическое исследование ограждающей конструкции дает возможность оценить только интегральные характеристики исследуемого объекта. Для более точного анализа температурно-влажностных характеристик необходимо решить систему дифференциальных уравнений (1). Значения относительной влажности воздуха в порах материала получено путем решения двумерной задачи (1).

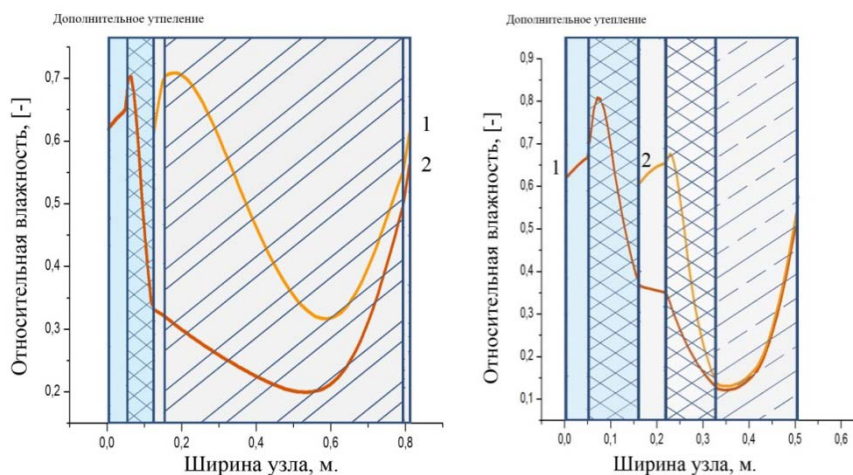


Рис. 2. Относительная влажность конструкций: а – узел А, б – узел Б

По результатам исследования данных конструкций было выявлено, что переувлажнение данных узлов отсутствует. Однако использование дополнительного утепления приводит к локальному повышению относительной влажности внутри стены. Данный эффект связан с наличием внутри стены материала с высоким сопротивлением паропрооницанию – штукатурка, которая по своей сути выступает в качестве барьера, задерживающего влагу. При использовании дополнительного утепления в узлах плоскость максимального увлажнения смещается из толщи конструкции в слой дополнительного утепления. Данный результат обусловлен значительной величиной теплового сопротивления дополнительного утепления и, как следствие, значительным перепадом температур.

По итогам исследования можно заключить, что дополнительное утепление в обоих случаях положительно сказывается на влажностном режиме. Повышение требований к тепловой защите ограждающих конструкций не только ведет к снижению теплового потока через них, но и оказывает положительное влияние на влажностный режим конструкций.

Список литературы

1. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. Свод правил: СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий: актуализированная версия – взамен СНиП 23-02-2003; Введ. 2013-07-1. М. : 2012. 96 с.
3. Свод правил: СП 131.13330.2012. Строительная климатология: актуализированная версия – взамен СНиП 23-01-99; введ. 2013-01-1. М., 2015. 119 с.
4. Корниенко С. В., Ватин Н. И., Петриченко М. Р. Оценка влажностного режима многослойной стеновой конструкции в годовом цикле // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 6. С. 19–33.

5. Международный стандарт ISO 13788 «Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation – Calculation methods».

АНАЛИЗ УРОВНЯ ДОСТУПНОСТИ ЖИЛЬЯ В СИБИРСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Д.А. Чичикайло, К.А. Шишкина*

Научный руководитель Е.В. Кашина
доктор экономических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Строительная отрасль в России на сегодняшний день претерпевает существенные изменения, связанные как с изменением действующего законодательства, так и с общей экономической ситуацией в стране.

Актуальность исследований, направленных на изучение проблем доступности жилой недвижимости (далее – ЖН), постоянна. Равновесие на рынке ЖН формируется в рамках определенной конкурентной структуры под влиянием факторов, определяющих его спрос и предложение. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно рассмотреть спрос с точки зрения доступности, используя такой показатель, как коэффициент доступности жилья (далее – КДЖ).

В работе проведена оценка КДЖ по наиболее известным методикам с учетом методики Хабитат ООН, которая является нормативной методикой оценки доступности жилья в регионах. Расчеты КДЖ произведены для Сибирского федерального округа (далее – СФО) по состоянию на 2015–2018 гг. [1]. При выполнении расчетов коэффициент доступности жилья, равный 3,3, принят на основании [2]. Полученные результаты сведены в графики (рис. 1–4).

Полученные результаты позволяют сделать основные выводы: официальная методика Хабитат ООН показывает, что в большинстве областей СФО КДЖ выше нормативного значения [2], таким образом, наблюдается снижение доступности жилья за анализируемый период.

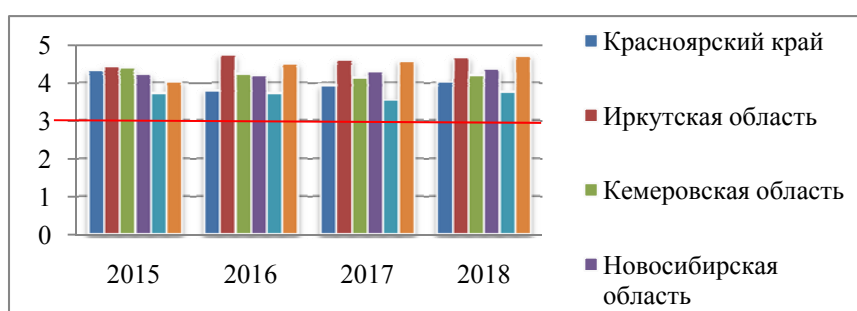


Рис. 1. КДЖ согласно методике Хабитат ООН

* © Чичикайло Д.А., Шишкина К.А., 2019

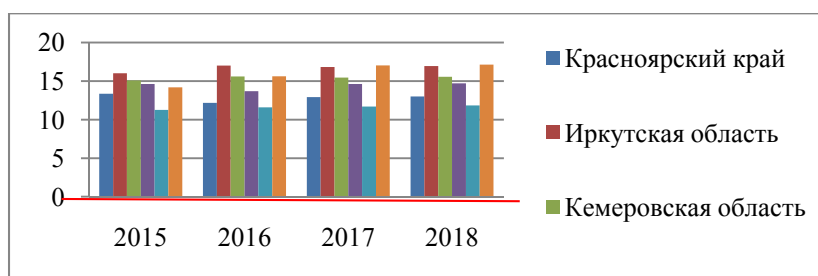


Рис. 2. КДЖ согласно методике В. Н. Едроновой, М. Е. Шилова

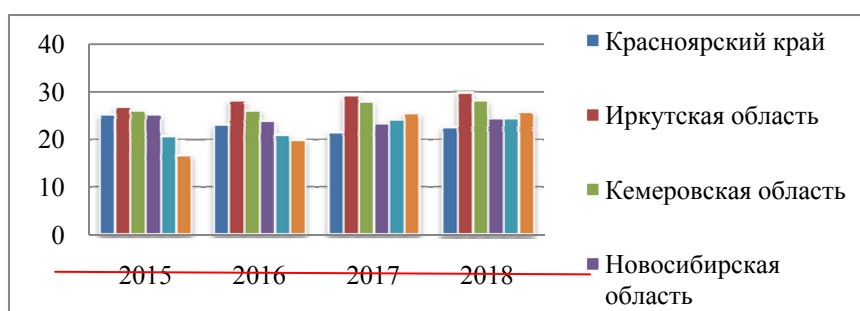


Рис. 3. КДЖ согласно методике Д. К. Празукина, Т. Ю. Овсянниковой, Э. Элленна и Э. Ворзала

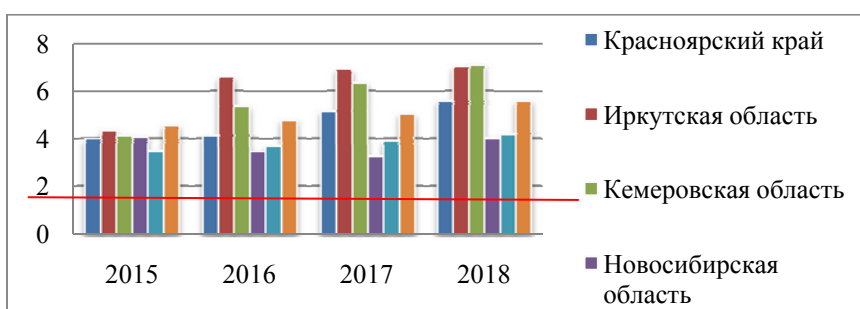


Рис. 4. КДЖ согласно методике Г. М. Стерника, А. А. Апалькова

Методики, которые детализируют факторы, влияющие на значение КДЖ, и вовсе говорят об отсутствии возможности приобретения объектов ЖН без заемного капитала. При выдаче кредита основным критерием является доход заемщика. При этом реальные доходы населения за последние годы имеют тенденцию к уменьшению. Все вышесказанное позволяет сделать вывод о снижении платежеспособного спроса на рынке ЖН для большей части населения СФО.

Со стороны предложения на рынке ЖН также наблюдается негативная динамика. Меняется законодательная и нормативная база финансирования инвестиционно-строительных проектов. На смену долевого строительству согласно Федеральному закону № 175 от 01.07.2018 [2] приходит проектное финансирование инвестиционно-строительных проектов с использованием счетов эскроу.

В связи с переходом на данный механизм финансирования прогнозируется повышение цен на новое жилье. Оценка такого повышения произведена в исследовании (табл. 1) [4].

Таким образом, себестоимость строительства увеличится на 4 %, в то время как прибыль застройщика снизится на 24 %.

Снижение прибыли застройщик, скорее всего, будет компенсировать повышением цен. Из расчетов видно, что диапазон может составить 24–40 %. При этом следует отметить, что широкой практики работы с проектным финансированием и эскроу-счетами нет. Из табл. 1 видно, что чем быстрее и больше средств будет на счетах эскроу, тем больше шансов у застройщика снизить ставку по кредиту, тем самым у него не будет необходимости повышать стоимость реализации строительной продукции, с целью выйти на минимальный уровень рентабельности [4].

Таблица

Возможные варианты изменения себестоимости и прибыли застройщика при проектном финансировании

Показатель	Пессимистичный прогноз	Реальный прогноз	Оптимистичный прогноз
Сумма кредита, руб.	368 156 125,00	368 156 125,00	368 156 125,00
Сумма кредита под 12 %	368 156 125,00	294 524 900,00	73 631 225,00
Сумма кредита под 6 %	–	73 631 225,00	294 524 900,00
Увеличение себестоимости строительства	7 %	6 %	4 %
Снижение прибыли застройщика	40 %	33 %	24 %

Рассмотренные выше проблемы говорят о необходимости разработки наиболее эффективного механизма взаимодействия участников рынка ЖН.

Список литературы

1 Доступность жилья и определяющие ее факторы: Международный экономический форум : сайт. URL: <http://be5.biz/ekonomika1/r2011/1583.htm>.

2 Об утверждении государственной программы Красноярского края «Создание условий для обеспечения доступным и комфортным жильем граждан Красноярского края : постановление Правительства Красноярского края № 514-П от 30.09.2013 с изм. на 28.08.218 // Консультант плюс: справ.-прав. система. URL: <http://www.krskstate.ru/docs/0/doc/51135>.

3 О внесении изменений в Федеральный закон «Об участии в долевом строительстве многоквартирных домов и иных объектов недвижимости и о внесении изменений в некоторые законодательные акты Российской Федерации» и отдельные законодательные акты Российской Федерации : федер. закон от 01.07.2018 N 175-ФЗ // КонсультантПлюс: справ.-прав. система. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_301603.

4 Чичикайло Д. А., Пухова В. В., Кашина Е. В., Дмитриева Н. О. Оценка влияния проектного финансирования на региональный рынок жилой недвижимости (на примере Красноярского края) // Фундаментальные исследования. 2019. № 2. С. 38–42.

**Проектирование, строительство
и эксплуатация
транспортных сооружений
в сложных природно-климатических
условиях Сибири**

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ
НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ
В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ
СИБИРИ И КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

О.Д. Балабаева*

Научный руководитель В.В. Серватинский
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Освоение территорий Сибири и Крайнего Севера несет в себе огромное стратегическое значение для России, так как данные территории таят в себе уникальные месторождения полезных ископаемых. Огромные производительные силы направлены на освоение этих территорий, но своеобразии природных комплексов, малоизученность многолетнемерзлых пород и подземных льдов во многом усложняет и затрудняет строительство автомобильных дорог. Практически нет ни одной действующей автомобильной дороги, которая бы при сложных природно-климатических условиях продолжала в процессе эксплуатации сохранять свои нормативные показатели. Со временем эти автомобильные дороги деформируются и разрушаются, причем процессы приобретают не затухающее значение и все больше распространяются. Постройка автомобильной дороги вносит большие изменения в температурные гидрогеологические условия многолетнемерзлых грунтов, и влияние этих изменений необходимо постоянно контролировать в течение всего периода эксплуатации, выполняя соответствующие мероприятия по содержанию и текущему ремонту [1].

В настоящее время технический мониторинг на таких автомобильных дорогах практически не осуществляется, а если и производится, то на основании отраслевого дорожного методического документа [2] и методических рекомендаций без применения современных технологий.

Интегрирование такого нового направления в информационной науке, как интеллектуальные транспортные системы (ИТС), на автомобильных дорогах в условиях многолетнемерзлых грунтов, окажется большим подспорьем в повышении эффективности дорожно-транспортного процесса.

Интеллектуальные транспортные системы – это системное интегрирование современных информационных и коммуникационных технологий в транспортную инфраструктуру с целью повышения безопасности и качества дорожного и транспортного регулирования [3]. Это сложный информационный комплекс подсистем, включающий в себя сбор, передачу, обработку и бессрочное хранение информации о дорожно-транспортной ситуации [4].

Интеллектуальные транспортные системы – это огромная платформа информационных возможностей. Это системный комплекс, объединяющий в себе

* © Балабаева О.Д., 2019

функции, сервисы, домены, подсистемы, потоки информации и данных, вовлеченные в единую систему [5].

Из-за специфических свойств грунтов в основании насыпи автомобильных дорог важным моментом является постоянное отслеживание и информирование об изменениях грунтовых процессов сезонного промерзания и оттаивания, наблюдения за осадкой, температурными колебаниями, состоянием дорожного покрытия (с учетом метеорологических условий).

Для получения оперативной информации о метеорологических изменениях на автомобильных дорогах внедряются автоматизированные дорожные метеорологические станции (АДМС). Такие станции имеют диспетчерское регулирование и координирование с выводом необходимой информации, для безопасного движения транспортных средств и участников дорожного движения, на знаки и табло переменной информации (ТПИ и ЗПИ).

Данные, зафиксированные системами дорожного метеорологического обеспечения (СДМО), передаются, обрабатываются и хранятся в сервисной базе данных. Накопленная информация позволяет анализировать и делать необходимые выводы по эксплуатации автомобильной дороги. АДМС представляют собой комплекс датчиков, реагирующих на метеорологические изменения, камеры видеонаблюдения, необходимые для визуальной оценки автомобильной дороги, и программного обеспечения с соответствующим интерфейсом, что в совокупности составляет единую информационную систему, позволяющую контролировать возможные изменения на эксплуатируемой автомобильной дороге.

Но использование только одних АДМС не дает полной информационной картины о состоянии автомобильной дороги. Главным образом, существует необходимость в прогнозировании возможных геотехнических деформационных изменений и сборе аналитических данных. Существующее визуальное и инструментальное обследование не предоставляет возможности полноценно оценить техническое состояние автомобильной дороги на перспективные деформационные разрушения, для этого необходимо постоянное наблюдение и статистический анализ данных, которые сможет позволить только применение автоматизированных систем геотехнического мониторинга.

Для того чтобы организовать в составе ИТС интегрирование аппаратно-программного комплекса, включающего в себя мониторинг метеорологических и технических изменений, происходящих на автомобильной дороге, необходимо прорабатывать методику и разрабатывать национальные стандарты по контролю за технико-эксплуатационными показателями, в этом нам поможет реализация автоматизированного геотехнического мониторинга.

Система автоматизированного геотехнического мониторинга представляет собой непрерывные измерения и расчет ряда контролируемых параметров с момента возведения дорожной конструкции и в течение срока ее эксплуатации [6]. Это позволяет в любой момент времени получить информацию о состоянии автомобильной дороги. Автоматизированные системы геотехнического мониторинга являются информационно-измерительной системой датчиков, встраи-

ваемых в дорожное полотно, данные с которых передаются и обрабатываются на центральном сервере и необходимая запрограммированная информация выдается оператору, где далее происходит информирование пользователей транспортной системы [7].

Измерительные системы в составе автоматизированного геотехнического мониторинга позволяют фиксировать следующие грунтовые изменения:

- гидрологических условий, включая поверхностный сток, уровень грунтовых вод, техногенные водоемы и заболачивание при нарушении естественного режима грунтов (тензодатчики, гидрометрические скважины);
- неравномерные деформации в грунтах оснований, в деятельном слое (инклинометры, датчики напряжений (мессдозы, тензодатчики), измерители осадки, экстенсометры для измерения горизонтальных и вертикальных смещений);
- температурного режима грунтов оснований, приводящих к образованию линзовой мерзлоты и формированию многолетней мерзлоты в техногенных грунтах (тепловизоры, термокосы, электрические термометры);
- влияние на объект исследования вибрационного движения природного и техногенного характера (сейсмодатчики, датчики контроля отклонения и движения).

Единая автоматизированная система позволяет моделировать различные ситуации, исходя из запросов на заданный интервал времени. Будь то представление о текущем технико-эксплуатационном состоянии автомобильной дороги или уведомление о прогнозируемых деформационных изменениях.

Такой аппаратно-программный комплекс по мониторингу транспортно-эксплуатационному и техническому состоянию автомобильных дорог, который включает в себя интегрирование АДМС и автоматизированный геотехнический мониторинг, возможен к реализации в настоящий момент времени. Проработка нормативно-методической базы, национальных стандартов и должное финансирование позволят реализовывать проекты на стратегически значимых дорогах федерального и муниципального значения.

Формирование автоматизированных систем в составе ИТС на автомобильных дорогах в сложных природно-климатических условиях позволит решить многие стратегические задачи: оптимизировать транспортный процесс, обеспечить бесперебойность и безопасность дорожного движения, а также осуществлять технический мониторинг транспортно-эксплуатационного состояния. Увязывая перечисленные функциональные возможности с сервисными услугами, необходимыми для информирования участников движения, получаем единую системную автоматизированную структуру по управлению транспортно-дорожным комплексом.

Список литературы

1. ВСН 137-89 (Минтрансстрой СССР) «Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока

СССР» [Электронный ресурс] // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

2. ОДМ 218.9.015–2016 «Рекомендации по организации автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений автомобильных дорог в составе интеллектуальных транспортных систем». [Электронный ресурс] // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

3. ГОСТ Р 56829–2015 «Интеллектуальные транспортные системы. Термины и определения». [Электронный ресурс]. Введ. 01.06.2016. М. : Стандартинформ, 2016 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». – URL: <http://www.cntd.ru>.

4. ГОСТ Р ИСО 14813-1–2011 «Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы». [Электронный ресурс]. Введ. 01.03.2012. М. : Стандартинформ, 2012 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

5. ГОСТ Р 56294–2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем». [Электронный ресурс]. Введ. 01.07.2015. М. : Стандартинформ, 2015 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

6. ОДМ 218.2.091-2017 «Геотехнический мониторинг сооружений инженерной защиты автомобильных дорог». [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 2017 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

7. ПНСТ 261-2018 «Интеллектуальные транспортные системы. Автоматизированный мониторинг искусственных сооружений автомобильных дорог и оползнеопасных геомассивов». Общие положения [Электронный ресурс]. М. : Стандартинформ, 2018 // Профессиональные справочные системы «Техэксперт». URL: <http://www.cntd.ru>.

К ВОПРОСУ О ПАРКОВКАХ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА

Р.А. Миняев*

Научный руководитель В.И. Жуков
кандидат технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Ежегодно автомобилизация городов растёт высокими темпами. Согласно информации, полученной аналитическим агентством «Автостат» на 14 февраля 2019 г., российский автопарк составляет 51,8 млн единиц (из них легковых 43,5 млн). Из этого следует, что на 1000 жителей приходится около 330 легковых машин. Для сравнения – в 2010 г. этот показатель был равен 249 единицам. В мире лидирующие места удерживают Исландия, Люксембург, Италия, Канада, Финляндия, где на 1000 человек приходится более 600 автомобилей, что существенно выше показателей России. Но даже существующая степень автомобилизации в России крайне отрицательно влияет на улично-транспортную сеть крупных городов. Особенно обостряется нехватка мест для паркования автомобилей, ухудшается экология, а также психологическое здоровье жителей мегаполисов. Для стран Западной Европы, Японии, Австралии, а также Северной Америки эта проблема не нова и поэтому у них накоплен опыт и некоторые решения проблемы. Россия относительно недавно столкнулась с этой проблемой и ещё не набрала достаточного опыта для её решения.

Рассмотрим проблему, связанную с автомобильными парковками, получившую распространение во многих крупных городах России. В качестве примера принимаем миллионный город Красноярск. Город был основан в 1628 г. и поэтому наделен всеми типичными проблемами старых городов (трудности с модернизацией улично-транспортной сети, которая исторически формировалась несколько сот лет), что ведет к образованию больших заторов на самых загруженных участках. Существующая сеть уже не может справляться с возрастающей с каждым годом уровнем автомобилизации. К примеру, уровень автомобилизации в городе Красноярск 2008 г. 384 автомобиля на 1000 жителей (по данным аналитического агентства «Автостат»), а в 2018 г. (по данным Красноярской ГИБДД) около 500 автомобилей на 1000 жителей.

Соответственно и требуемое количество парковочных мест неуклонно увеличивается. Из-за нехватки и необоснованно построенных, запроектированных мест для парковки возникают так называемые «стихийные парковки». При этом часто автомобили паркуют непосредственно «под окнами» жилых домов. Вследствие этого идет распространение вредных веществ от автомобиля по вертикали до 3-го этажа, по горизонтали до 50 м. Это крайне отрицательно влияет на экологию города и здоровье его жителей. Людям приходится терпеть неудобства либо менять место жительства. Наличие значительного количества

* © Миняев Р.А., 2019

вредных веществ от воздействия автомобильного транспорта на автостоянке открытого типа в Красноярске, установленное расчетом, приведено в работе [1].

Кроме того, плохо организованные парковочные места оказывают негативное шумовое воздействие на жителей прилегающих домов постоянно работающими двигателями (особенно в зимний период), что должно быть категорически недопустимо. Особенно для спальных районов города, медицинских учреждений, детских домов и школ.

Помимо того, зачастую автомобили паркуют на проезжей части, затрудняя движение транспортного потока, сокращая количество полос движения, существенно снижая пропускную способность дорог и безопасность движения на дорогах. В связи с этим обоснование места парковки, учет социальных и экологических требований, основанных на мониторинге работы существующих парковок открытого типа, позволит обоснованно размещать автостоянки открытого типа, в том числе и размещение перехватывающих автостоянок.

Решить трудности с паркованием транспорта может формирование перехватывающих парковок, теоретическое описание которых подробно представлено в [2]. Поскольку большая доля поездок в такие большие по численности города, как Красноярск, осуществляется иногородним населением с разными целями, повышается нагрузка на улично-дорожную сеть, особенно загруженным становится центр города. Более того, значительно сокращается количество мест на автостоянках. Все это снижает преимущества поездок на легковом автомобильном транспорте. При определенных условиях становится целесообразным такие поездки совершать с использованием двух или трех видов транспорта. Естественно, в таких условиях, важными являются вопросы обеспечения автомобильными стоянками в местах пересадок и их транспортно-планировочной организации в общем транспортном узле.

В нашей практике вопрос о формировании в городах таких стоянок пока еще находится в стадии изучения. Сложность решения задач, связанных с размещением автостоянок, обуславливается недостаточной информацией о характере использования автомобилей и нехваткой опыта в проектировании и строительстве таких стоянок. Имеются только расчетные нормы по определению потребной площади автостоянок у зданий и сооружений массового посещения и регламентируются [3, 4].

Зарубежная практика имеет большой опыт по организации смешанных поездок: на автомобильном и транспорте общего пользования. Преимущественно это связано с разгрузкой центров городов, где резко снизились скорости движения легкового транспорта и имеется большой дефицит в автостоянках на территориях центров. В основном решение связано с двумя направлениями:

- административный запрет въезда в центры городов или в отдельные ее зоны;
- организация «перехватывающих» автостоянок.

Первое направление затрагивает интересы владельцев автомобилей, совершающих поездки на индивидуальном транспорте, и вызывает широкие про-

тесты. Оно широко используется для ограничения выезда в центр грузового автомобильного транспорта. Административный запрет въезда в центр города был на практике реализован в Красноярске, однако существенного эффекта не было.

Второе направление, основанное не добровольном использовании преимуществ комбинированного сообщения, получило в мировой практике названия систем парк энд райт (или паратранзит). Популярность указанных систем за рубежом обеспечивается:

- полной гарантией представления мест для стоянок;
- снижением общей психологической нагрузки на водителя индивидуального транспорта;
- возможностью технического обслуживания автомобиля во время нахождения его на автостоянке;
- удобствами пересадки на городской транспорт общего пользования и небольшими интервалами движения на нем.

Стоит отметить, что зарубежная концепция парковок смогла добиться успеха также и благодаря тщательному пересмотру городской транспортной политики, в частности касающейся повышения доли общественного транспорта в городах [5]. В Красноярске организация «перехватывающих» автостоянок ещё не получила должной реализации из-за отсутствия опыта и понимая концепции данного типа парковок.

Если же говорить в целом о парковках в нашей стране, то можно наблюдать нерешенность следующих вопросов:

- учет розы ветров при проектировании автостоянок открытого типа;
- учет шумового воздействия на окружающую среду;
- учет социального фактора размещения автомобильных парковок и гаражей (обоснование площадей, обоснование размещения автостоянок вблизи медучреждений, детсадов, школ, а также других мест частого пребывания детей);

Для дальнейшего решения поставленной проблемы необходимо разработать методику рационального планирования и организации парковочных мест автомобилей в городе Красноярск. Требуются дальнейшие исследования по данному вопросу в частности необходимо решение следующих задач:

- анализ отечественного и зарубежного опыта в проектировании и строительстве парковок в крупных городах;
- изучение режима целевого и комбинированного использования парковок, соответственно механизмов организации проектирования и строительства, а также системы размещения парковок;
- исследование расположения парковок с точки зрения социального фактора и экологии;
- изучение влияния парковок на существующую транспортную сеть города Красноярска;
- сбор и анализ данных по вместимости существующих парковок.

Список литературы

1. Жуков В. И., Степанова Д. Д. Учет воздействия открытых автостоянок на окружающую среду при выборе места их расположения // Транспортные системы Сибири. Развитие транспортной системы как катализатор роста экономики государства : междунар. науч.-практ. конференция. СФУ, 2016. С. 246–253.
2. Менделев Г. А. Транспорт в планировке городов : учеб. пособие / МАДИ (ГТУ). М., 2005. 135 с.
3. СП 42.13330.2016 «СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».
4. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей Актуализированная редакция СНиП 21-02-99.
5. Вукан Р. Вучик. Транспорт в городах, удобных для жизни. Transportation for Livable Cities / пер. А. Калинин, ред. М. Блинкин. Изд-во «Территория будущего». Серия: Университетская библиотека Александра Погорельского, 2011. 576 с.

СОЗДАНИЕ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ МОСТОВЫХ СИСТЕМ В ТЯЖЕЛЫХ УСЛОВИЯХ СИБИРИ

А.А. Ничипуренко*

Научный руководитель И.Я. Богданов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Развитие строительной отрасли, в частности дорожной, способствовали стремительному развитию вантовых сооружений. Вантовые мосты сейчас «олицетворяют наше время» в крупномасштабном мостостроении, демонстрируя новизну и современную инженерную мысль. В вантовых мостах нагрузки на пролетные строения от собственного веса и подвижного транспорта передаются высоким пилонам через систему вант (тросов), которые представляют собой металлические канаты, выполненные либо в виде переплетения высокопрочной проволоки, либо в виде параллельных пучков из неё.

Замена железобетонных несущих конструкций стальными вантами делает мостовые сооружения более экономичными. Известно, что в железобетонных элементах растягивающие напряжения воспринимает в большинстве своем металлическая арматура, а сжимающие – бетон, а так как ванты работают, в основном, на растяжение, то в них задействована вся площадь поперечного сечения. Использование высокопрочной стали в тросах позволяет добиться существенного уменьшения расхода строительного материала, предназначенного для восприятия сжимающих напряжений.

Список литературы

1. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84* / Мин-во регионального развития Российской Федерации. М., 2011. 287 с.
2. ГОСТ 32960–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2016. 8 с.

* © Ничипуренко А.А., 2019

Системный анализ, управление и программная инженерия

ОЦЕНКА ЭТАПА ПОИСКА СИМПЛЕКСНОГО ИНВАРИАНТНОГО МЕТОДА В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ

А.А. Голуб*

Научный руководитель Г.Б. Масальский
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Часто при решении задачи поиска и отслеживания дрейфующей цели приходится сталкиваться с рядом проблем, обусловленных неполной априорной информацией об объекте. Для решения подобных задач необходимо использовать такие методы, которые обеспечивают самонастройку в процессе работы [1–3].

Примером такой самонастройки может быть структурная адаптация алгоритма поисковой оптимизации, на основе которого построена система экстремального управления объектом. Адаптация может подразумевать как настройку параметров поискового алгоритма, так и видоизменение самой структуры алгоритма поиска [4].

Если рассматривать задачу нахождения экстремума нестационарной модели, то весь процесс поиска можно разделить на два основных этапа: спуск и отслеживание цели. Для достижения максимальной эффективности работы поискового метода необходимо применять разные стратегии на каждом этапе поиска.

Для симплексного инвариантного метода (СИМ) стратегии могут быть следующими.

Для оценки этапа поиска предложены следующие характеристики, получаемые на основе значений целевой функции $Q(k)$ на каждом шаге поиска k :

- разность первого порядка

$$\Delta \bar{Q}(k) = \bar{Q}(k) - \bar{Q}(k-1),$$

где $\bar{Q}(k)$ – скользящее среднее $Q(k)$;

- разность второго порядка

$$\Delta^2 \bar{Q}(k) = \Delta \bar{Q}(k) - \Delta \bar{Q}(k-1);$$

- разность первого порядка относительно минимального значения $\bar{Q}(k)$ за предысторию поиска

$$\Delta_{\min} \bar{Q}(k) = \bar{Q}(k) - \min(\bar{Q});$$

* © Голуб А.А., 2019

- разность второго порядка относительно минимального значения $\bar{Q}(k)$ за предысторию поиска

$$\Delta_{\min}^2 \bar{Q}(k) = \Delta_{\min} \bar{Q}(k) - \Delta_{\min} \bar{Q}(k-1)$$

После анализа особенностей поведения этих характеристик на разных этапах поиска составлена таблица правил оценки этапов.

Таблица

Правила оценки этапа поиска

Условия	Этап работы
$\Delta \bar{Q} \neq const \ \& \ \Delta_{\min} \bar{Q} = const \ \& \ \Delta_{\min} \bar{Q} \approx 0$	Спуск
$\Delta \bar{Q} = const \ \& \ \Delta_{\min} \bar{Q} \geq 0 \ \& \ \Delta_{\min}^2 \bar{Q} \neq const$	Отслеживание

Данные правила проверены для идеальных условий поиска. Но при решении задачи экстремального управления на реальных объектах приходится сталкиваться с влиянием шума различной природы во время съема данных. Поэтому необходимо сделать оценку пригодности правил к применению на объектах с различным уровнем влияния помех.

Рассмотрим задачу поиска и отслеживания экстремума целевой функции в выпуклой допустимой области:

$$Q(\mathbf{x}(k), \mathbf{z}(k)) + V \rightarrow \min_{\mathbf{x} \in X}$$

где $X = \{ \mathbf{x} : \mathbf{x} \in E^n, x^- \leq x \leq x^+ \}$, x^- и x^+ – позиционные ограничения задачи, E^n – n -мерное евклидово пространство, \mathbf{x} – вектор управляемых переменных, $\mathbf{z}(k)$ – вектор контролируемых возмущений, k – дискретное время, V – аддитивная помеха.

В качестве целевой функции примем модель следующего вида:

$$Q(\mathbf{x}(k), \mathbf{z}(k)) = z(k) + \sqrt{(x_1(k) - R \sin(\omega \cdot z(k)))^2 + (x_2(k) - R \cos(\omega \cdot z(k)))^2} + \sigma \cdot V$$

где $z(k) = v_q \cdot k$, v_q – скорость вертикального дрейфа экстремума; R – радиус траектории экстремума (горизонтальной составляющей); ω – угловая скорость дрейфа экстремума; σ – величина СКО помехи; V – аддитивная помеха, генерируемая случайным образом на интервале $[0, 1]$.

Зададим параметры модели таким образом, чтобы экстремум за одну единицу дискретного времени смещался в горизонтальной плоскости пространства поиска на расстояние, равное единице, другими словами, скорость дрейфа экстремума в горизонтальной плоскости будет равна $v_x = 1$. Параметры модели примем следующими: $v_q = 1$; $R = 50$; $\omega = 0.02$.

Условимся, что поиск стартует вдали от экстремума. Так как горизонтальная составляющая траектории движения экстремума представляет собой окружность, то будет логичным, чтобы симплекс стартовал из равноудаленной от траектории дрейфа точки – центра этой окружности. Размер ребра симплекса выбирается таким, чтобы симплекс гарантированно смог догнать экстремум и следовать за ним: для данных параметров модели $L = 3$.

Чтобы оценить эффективность правил оценки этапа при помехах, необходимо выработать критерий. В качестве такого критерия предлагается брать фактическое отставание симплекса от экстремума на шаге поиска k_{ch} , когда происходит смена этапа со «спуск» на «отслеживание»:

$$E = \sqrt{(x_1(k_{ch}) - x_1^*(k_{ch}))^2 + (x_2(k_{ch}) - x_2^*(k_{ch}))^2},$$

где x_1 и x_2 – координаты точки симплекса; x_1^* и x_2^* – координаты экстремума.

Проведем несколько экспериментов с разным уровнем отношения сигнал-шум A/σ , где A – уровень полезного сигнала, для данной модели равный $A = 1$; σ меняется в диапазоне $[0, 5]$.

На рисунке представлена полученная в ходе проведения экспериментов характеристика отставания комплекса от цели E в зависимости от отношения сигнал-шум A/σ .

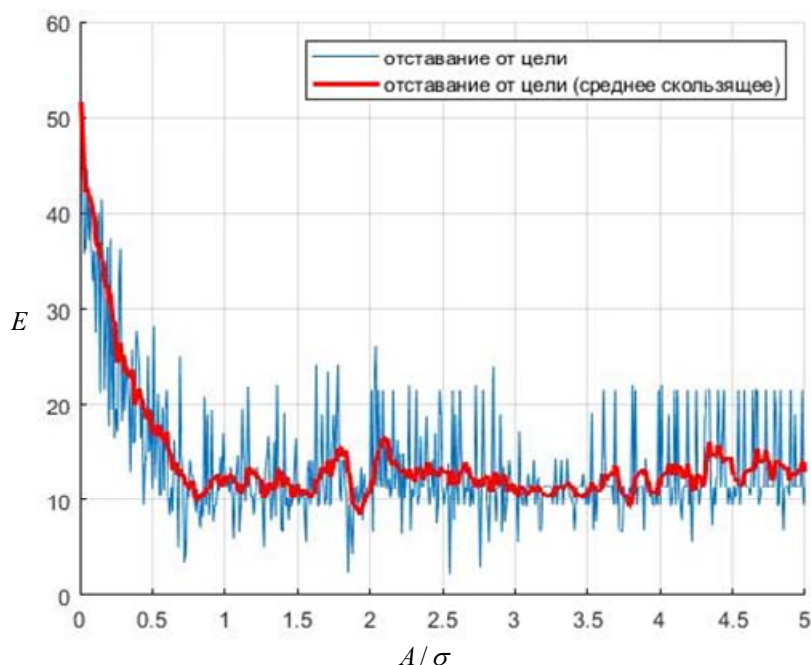


Рис. Зависимость фактического отставания симплекса от экстремума в момент смены этапов поиска от соотношения сигнал-шум

Из графика видно, что в диапазоне $A/\sigma = [0.8, 5.0]$, соответствующем размеру СКО помехи σ , меньшему либо равному уровню полезного сигнала A , от-

ставание от экстремума в момент смены этапов примерно одинаковое. При повышении уровня помехи σ , когда он превышает уровень полезного сигнала A , наблюдается резкое увеличение отставание симплекса от цели E . Другими словами, правила оценки этапа поиска допускается использовать при помехах, не превышающих уровень полезного сигнала, в противном случае качество определения момента смены этапов не гарантировано.

Список литературы

1. Дамбраускас А. П. Симплексный поиск. М. : Энергия, 1979. 176 с.
2. Масальский Г. Б. Разработка и исследование инвариантных методов поиска в задачах оптимизации технологических процессов. М., 1977. 224 с.
3. Голуб А. А. Решение задачи поиска и отслеживания дрейфующего экстремума инвариантным комплекс-методом // Робототехника и искусственный интеллект : материалы IX Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (г. Железногорск, 2 декабря 2017 г.) / под науч. ред. В.А. Углева. Электрон. дан. (7 Мб). Красноярск: ЛИТЕРА-принт, 2017. С. 97–102.
4. Голуб А. А. Структурная адаптация прямого метода поиска. Проспект свободный – 2018 : материалы Международной студенческой конференции (Красноярск, 23–27 апреля 2018 г.). Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. С. 825–828.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ПО ДАННЫМ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

**М.А. Коваленко, А.В. Обедин,
Е.О. Сорока, И.И. Шестаков***

Научный руководитель А.В. Хныкин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день актуальной проблемой является регистрация объектов транспортного потока на фиксируемом камерой видеонаблюдения участке дороги, их классификация и дальнейшее определение траектории движения [1].

Существуют различные решения данной проблемы [1, 3]. В общем виде все предложенные методики оценки значения транспортного потока делятся на два этапа.

1. Регистрация объектов транспортного потока и их классификация.
2. Нахождение траектории движения зафиксированных объектов и их подсчет.

Другими словами, задачу можно поставить следующим образом. Необходимо на основе видеопотока с камер видеонаблюдения, представленного в виде последовательности изображений I , определить транспортный поток T , как количество автотранспортных средств каждого из трех классов (автобус, легковой или грузовой автомобиль), проехавших в определенном направлении α_i за единицу времени.

Входными данными для решения задачи является видео, выходными – таблица, содержащая информацию о движении автотранспортных средств.

Для решения данной задачи была написана программа на языке программирования Python. Для распознавания объектов на изображении и их классификации использовалась реализация модели нейронной сети YOLO из открытых источников [4]. Принцип работы искусственной нейронной сети описан в [5]. Плюсом такого подхода является его гибкость.

Так как видеопоток поступает в режиме реального времени, алгоритм предусматривает обработку последовательности кадров в цикле с критерием останова – окончание передачи видео.

Первым этапом является процесс распознавания автотранспортных средств на кадре. YOLO на вход получает изображение I_i , где i – индекс текущего кадра, и возвращает массив объектов L длины m , содержащих параметры прямоугольника и класс объекта.

На следующем шаге происходит создание массива объектов. На исходном изображении I_i выделяются прямоугольные области $Obj_{i,j}, j = \overline{1, m}$, соответст-

* © Коваленко М.А., Обедин А.В., Сорока Е.О., Шестаков И.И., 2019

вующие объектам из L . Для каждого полученного изображения определяется простой перцептивный хэш по следующему алгоритму [6]. Таким образом, каждое распознанное автотранспортное средство описывается такими характеристиками, как id объекта; класс автотранспорта; длина и ширина объекта в пикселях; координаты центра объекта; простой перцептивный хэш; количество кадров, на которых объект отсутствовал, по умолчанию равное 0.

Следующим шагом идет сравнение уже найденных объектов с объектами на последующих кадрах. Сравнение происходит в два этапа. Сначала за исследуемый кадр берется текущий I_i , а в качестве центра искомого объекта – координаты центра объекта s_{i-1} на предыдущем кадре, затем наоборот: исследуемый кадр I_{i-1} , центр объекта s_i .

Для обоих случаев поиск одинаков. На исследуемом кадре производится поиск k ближайших центров относительно s по евклидовой метрике в некотором радиусе r , определяемом по формуле

$$r = (l + 1) \cdot \sqrt{w^2 + h^2}, \quad (1)$$

где l – количество кадров, на которых объект отсутствовал, w – длина автотранспортного средства в конечной точке, h – его ширина.

Далее вычисляется разница в хэшей объектов Obj_s и $Obj_i, i = \overline{1, k}$, определяется наиболее похожий объект Obj_{s^*} , соответствующий минимальной разнице в хэше. Если пара (Obj_{s^*}, Obj_s) совпадает на обоих этапах поиска, то объект помечается как найденный и его координаты центра становятся s^* . Иначе происходит определение объекта как нового.

Для объектов с предыдущего кадра, не найденных на текущем, счетчик кадров отсутствия увеличивается на 1. По причине того, что на некоторых кадрах возможно перекрытие объекта более крупным объектом на переднем плане, поиск обнаруженных объектов ведется на нескольких кадрах. Поиск объекта прекращается, если он отсутствовал более трех кадров подряд.

По мере накопления информации о координатах передвижения центров автотранспортных средств выделяются кластеры, соответствующие наиболее схожим траекториям движения. Каждый кластер характеризуется начальной и конечной точками движения, определяемыми как среднее значение по осям X и Y для начальных и конечных точек каждого объекта кластера соответственно. Область детектирования для каждого направления движения определяется как область в радиусе r от конечной точки, определяемом по формуле

$$r = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sqrt{w_i^2 + h_i^2}. \quad (2)$$

Выходным результатом работы алгоритма является таблица в формате csv, содержащая информацию о выявленных направлениях и интенсивности в конечной точке в определенный момент времени.

Программная реализация описанного решения предоставляет возможность просмотра разметки распознанных объектов. На рисунке представлено полностью размеченное изображение, являющееся кадром с камеры видеонаблюдения на перекрестке. Присвоенные идентификаторы соответствуют распознанным объектам до исчезновения объекта из кадра. Полученная информация сохраняется в файле формата csv.

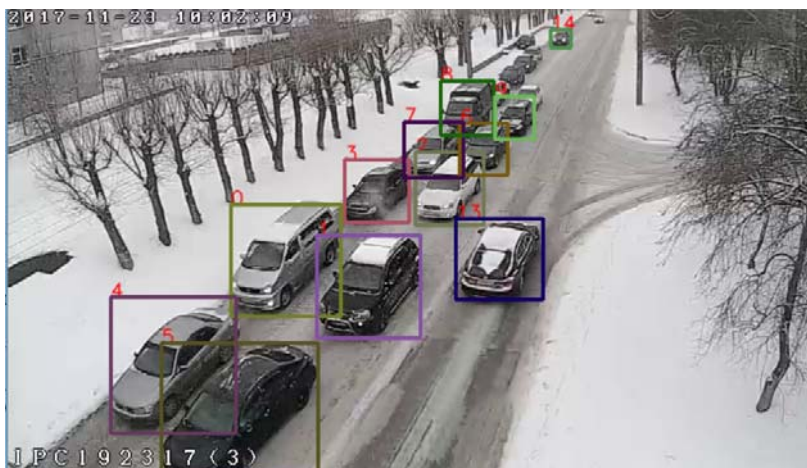


Рис. Демонстрация работы программы

Визуальное рассмотрение полученного результата позволяет сделать экспертную оценку погрешности работы предложенного алгоритма. Получив треки, можно, основываясь только на данных с камер, сделать вывод о дорожной ситуации в реальном времени, что позволит улучшить работу светофоров и увеличит пропускную способность на перекрестках, а также значительно сэкономить финансовые средства при внедрении данной технологии на улицах городов, так как данный программный продукт может работать с уже оборудованными видеоканерами перекрестками и не требует их переоснащения. Определение транспортного потока без использования специальных датчиков и дополнительных технических средств позволит уменьшить экономические издержки при внедрении подобной технологии в городскую среду.

Список литературы

1. Потехин А. С., Стрельников А. В. Методика оценки транспортного потока на перекрестке по данным видеонаблюдения // Информационные технологии – 2017. Т. 23, № 2. С. 129–134.
2. Li X., Yao X., Murphey Yi. L., Karlsen R., Gerhart G. A Real-time vehicle detection and tracking system in outdoor traffic scenes // Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition – 2004.
3. Tang Z., Wang G., Liu T., Lee Y. Multiple-Kernel Based Vehicle Tracking Using 3D Deformable Model and Camera Self-Calibration // IEEE Smart World NVIDIA AI City Challenge 2017. P. 1–6.
4. YOLO: Real-Time Object Detection [Электронный ресурс]. URL: <https://pjreddie.com/darknet/yolo> (дата обращения: 12.12.2018).

5. Redmon J. You only look once: Unified, real-time object detection / Divvala, R. Girshick, A. Farhadi // The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2016. P. 779–788.

6. GitHub – JohannesBuchner/imagehash: A Python Perceptual Image Hashing Module [Электронный ресурс]. URL: <https://github.com/JohannesBuchner/imagehash> (дата обращения: 12.02.2019).

ЗАДАЧА УДАЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ ИЗ ВЫБОРКИ НАБЛЮДЕНИЙ ПРОЦЕССА

А.А. Молошаг^{*}

Научный руководитель А.А. Корнеева
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Точность решения задачи идентификации дискретно-непрерывного процесса зависит от многих факторов, в том числе и от характеристик исходных данных, таких как размерность и объем выборки наблюдений, наличие в данных пропущенных значений, выбросов и т. д. Под выбросами мы будем понимать такие данные, которые в силу каких-либо случайных причин, нехарактерных для рассматриваемой предметной области, значительно отличаются по своим параметрам от другой статистической информации [1]. Выбросы негативно влияют на точность решения таких задач, как идентификация, управление, классификация и т. д. В данной работе предлагается алгоритм удаления выбросов из выборки наблюдений исследуемого процесса в условиях непараметрической неопределенности.

На практике такие задачи часто решаются при помощи робастных (не чувствительных к малым отклонениям от предположений) алгоритмов, которые нивелируют влияние выбросов [2]. Также существуют алгоритмы по обнаружению выбросов в выборке наблюдений, они различаются в зависимости от типа выбросов, размера выборки, наличия большой и малой априорной информации. Каждый из них имеет свои границы применения, особенности и формат предоставления результатов. Наиболее популярны следующие алгоритмы: метод Тьюки, визуальный анализ стебельчато-листового графика, тест Граббса для единственного наблюдения, выявление выбросов на основе усеченных средних и др.

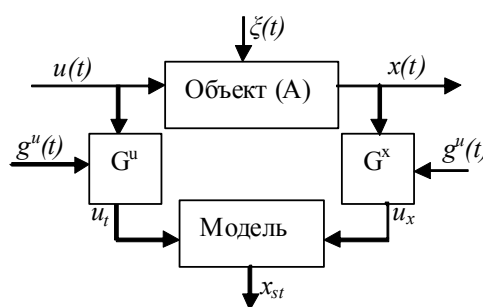


Рис. 1. Общая схема идентификации дискретно-непрерывного процесса

На рис. 1 представлена общая схема исследуемого процесса, принятая в теории идентификации [3], где $u(t)$ – вектор входного воздействия; $x(t)$ – вектор

^{*} © Молошаг А.А., 2019

выходных переменных; A – неизвестный оператор; G^x, G^u – блоки контроля переменных, подверженные воздействию случайных помех $g^u(t)$ и $g^x(t)$; u_i и u_x – измерения переменных и в дискретные моменты времени; $\zeta(t)$ – векторная случайная помеха. Измерения «входных-выходных» переменных объекта поступают на блок «Модель», где на основании заданного алгоритма находятся значения выхода модели x_{st} .

Алгоритм основан на сравнении значений выхода объекта x и выхода модели x_s . Если $|x - x_s| > \varepsilon$, где ε – параметр алгоритма, то точка становится претендентом на выброс. Из всех претендентов удаляется точка с наибольшим значением отклонения. Процесс повторяется до тех пор, пока в выборке не останется точек, удовлетворяющих условию $|x - x_s| > \varepsilon$.

Для построения модели была использована непараметрическая оценка Надарая – Ватсона, которая имеет вид [4]:

$$x_s(u) = \frac{\sum_{i=1}^S x_i \prod_{j=1}^m (\varphi_s^{-1}(u^j - u_i^j))}{\sum_{i=1}^S \prod_{j=1}^m (\varphi_s^{-1}(u^j - u_i^j))}, \quad (1)$$

где $\varphi_s^{-1}(u^j - u_i^j)$, где $i = \overline{1, S}, j = \overline{1, m}$ – ядерная колоколообразная функция; c_s – коэффициент размытости ядра.

В качестве колоколообразной функции было использовано ядро треугольного вида:

$$\varphi\left(\frac{x - x_i}{c_s}\right) = \begin{cases} 1 - |c_s^{-1}(x - x_i)|, & |c_s^{-1}(x - x_i)| \leq 1 \\ 0, & |c_s^{-1}(x - x_i)| > 1 \end{cases}. \quad (2)$$

Оптимальный параметр размытости здесь может быть определен путем решения задачи минимизации квадратичного показателя соответствия выхода объекта (x_k) и выхода модели (x_s), основанного на «методе скользящего экзамена», когда в модели (1) исключается i -я переменная, предъявляемая для экзамена [5]:

$$R(c_s) = \sum_{k=1}^S (x_k - x_s(u_k, c_s))^2 = \min_{c_s}, k \neq i. \quad (3)$$

Ошибка моделирования рассчитывалась по формуле

$$W = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S |x^i - x_s^i|, \quad (4)$$

где S – объем выборки, x^i – объект, x_s^i – модель.

Пусть $x = 0.5 * \sin(u)$, входная переменная $u_i, i = \overline{1, S}$ – равномерная сетка с шагом 1. В полученную выборку наблюдений был добавлен выброс и построена модель (1). В данном эксперименте ошибка моделирования составила $W = 0.08$ при $c_s = 1.1$ (рис. 2).

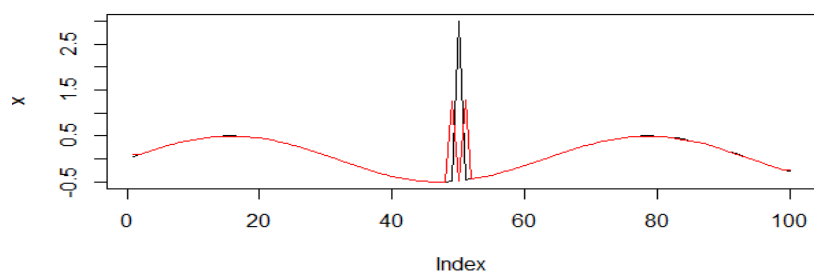


Рис. 2. Объект (черная линия) и модель (красная линия)

Далее рассчитывался параметр Δ между объектом и моделью по формуле

$$\Delta_i = |x_s^i - x^i|, \quad (5)$$

x^i – объект, x_s^i – модель объекта.

Значение отклонения модели от объекта сравнивалось со значением допустимой границы (ε), и те значения \hat{x}_i и x_i , при которых Δ_i был максимальным, считались выбросами и исключались из выборки. На рис. 3 представлены результаты работы алгоритма по удалению выбросов из выборки наблюдений. После удаления выбросов ошибка моделирования составила $W = 0.02$ при $c_s = 1.1$.

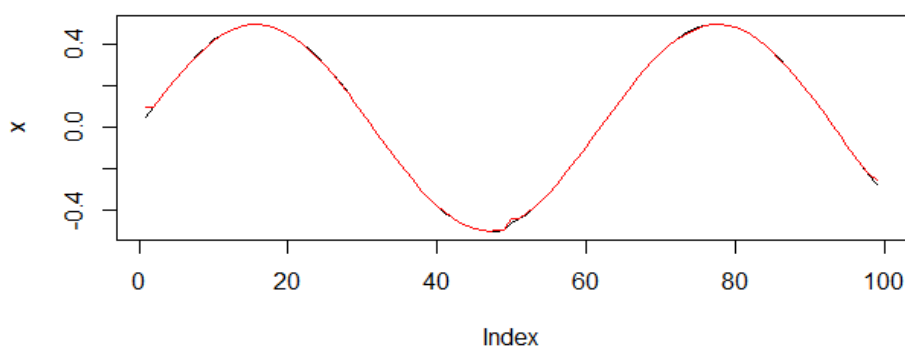


Рис. 3. Объект (черная линия) и модель (красная линия) после исключения выбросов

Значения параметра ε изменялись от 0.1 до 0.9 и подбирались вручную. В данной работе было установлено, что наиболее точно алгоритм исключает выбросы из выборки наблюдений при значениях $\varepsilon \geq 0.5$.

Предлагаемый алгоритм позволяет обнаруживать и исключать выбросы из выборки наблюдения, а также повысить точность решения задач идентификации.

В дальнейшем планируется оптимизировать алгоритм путем автоматизации настройки параметра ε .

Список литературы

1. Черепанов Ф. М. Нейросетевой фильтр для исключения выбросов в статистической информации // Вестник Пермского университета. 2008. № 4(20). 151 с.
2. Хьюбер Дж. П. Робастность в статистике. М. : Мир, 1984. 304 с.
3. Эйкхофф П. Основы идентификации систем управления. М. : Мир, 1975. 681 с.
4. Медведев А. В. Анализ данных в задаче идентификации // Компьютерный анализ данных моделирования. Минск : Изд-во Белорус. гос. ун-та, 1995. Т. 2. С. 201–206.
5. Корнеева А. А. Непараметрические модели и алгоритмы управления для многомерных систем с запаздыванием : дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. Красноярск, 2014. 176 с.

ПРОГРАММНАЯ МОДЕЛЬ ИМИТАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

Т.В. Радионов^{*}

Научный руководитель А.С. Михалев
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

В настоящее время увеличение количества личного транспорта привело к повышению интенсивности дорожного движения и росту соответствующих проблем. Причины заторов на дорогах разнообразны: начиная от качества самих дорог и заканчивая действиями самих водителей транспортных средств. Одной из основных проблем является неправильная организация дорожного движения. В особенности, к этому относится регулирование движения с помощью светофоров [1].

Самым распространенным типом светофора в России является классический релейный светофор. Такой светофор работает по заранее заложенному таймеру, выполняет переключение сигнала механически либо через специальный центр управления, как правило, являющийся стандартной системой регулирования светофоров (далее – ССРС), который настраивается и управляется специалистами. Есть модификации таких светофоров, как, например, использование нескольких программ с инструкциями, которые используются в разное время суток [2].

Для борьбы с образованием заторов современные системы дорожного движения строятся на использовании светофоров, оснащенных адаптивным режимом управления. Такие светофоры функционируют с учетом дорожной ситуации в реальном времени с помощью дополнительных устройств (детекторов), которые собирают информацию о характеристиках транспортного потока. Светофоры вместе с детекторами подключены к адаптивной системе регулирования светофоров (далее – АСРС), которая определяет необходимую длительность разрешающего сигнала светофора для всех направлений на каждом из светофорных объектов и координирует их работу. Однако, несмотря на эффективность использования адаптивного подхода по сравнению с индивидуальным регулированием на каждом перекрестке, такие светофоры мало распространены в территории России, поскольку они крайне сложны в настройке и требуют долгой процедуры внедрения в реальный процесс.

Развитие транспортной инфраструктуры крупных городов требует создания интегрированных систем управления нового поколения, позволяющих определять оптимальные режимы движения транспорта с учетом изменчивости дорожной обстановки. Но несмотря на перечисленные недостатки, светофоры, оснащенные адаптивным режимом управления, являются неотъемлемой частью интеллектуальной транспортной системы (далее – ИТС) России [3].

^{*} © Радионов Т.В., 2019

Данная статья посвящена вопросу решения проблемы внедрения светофоров, являющихся частью ИТС, с помощью программной модели имитации дорожного движения на регулируемом перекрестке (далее – ПМ ИДДРП). Данная модель позволяет проводить исследование работы различных светофоров в соответствии с реальной дорожной обстановкой, которые работают по новым, не проверенным алгоритмам, с целью облегчить их внедрение в реальный процесс. В ней происходит моделирование движение авто, а также регулируется интенсивность потока, что создает вполне схожую с реальностью ситуацию на дороге, с которой и должны справляться разработанные светофоры с их инновационными алгоритмами.

ПМ ИДДРП разработана на интерфейсе программирования приложений Windows Forms на языке С# для операционной системы Windows XP или выше. Программа представляет из себя многооконное приложение, где главным окном является «Меню настроек модели» (рис. 1), в котором можно произвести различные настройки перед запуском модели: построить маршруты автомобилей, разместить и настроить светофоры, отобразить дополнительно на модели полезные данные.

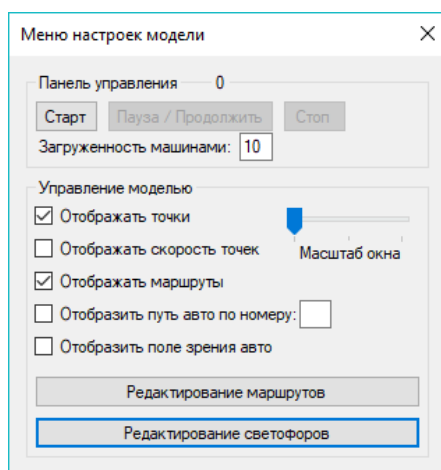


Рис. 1. Меню настроек программной модели

Программная модель представляет из себя фоновое изображение, которое может быть спутниковым снимком реальной местности или просто схемой какого-либо участка дороги, на котором расположены объекты, задаваемые пользователем. Также в ПМ ИДДРП встроен редактор построения маршрутов (рис. 2), в котором пользователь прокладывает маршруты (согласно изображению модели), которые и являются дорогами для автомобилей. Данные маршруты можно сохранить: они хранятся локально в файле в виде набора строк. Примечательно, что при совпадении точек у двух отрезков происходит их объединение, что прибавляет удобства и ускоряет процесс создания путей для автомобилей.

Не менее важным в программе является редактор светофоров (рис. 3), через который можно сделать первичные настройки светофора на модели. Программа настроена так, что при изменении таймера одного из сигналов светофо-

ра автоматически синхронизируются и подстраиваются сигналы у тех светофоров, которые непосредственно связаны и не должны иметь противоречия. В данном блоке задействован частично адаптивный принцип регулирования сигналов, который может использоваться не только при редактировании сигналов, но и при исполнении программы, например, для АСРС.

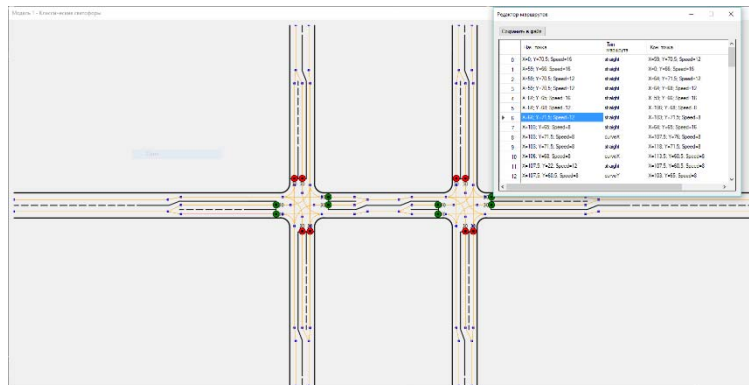


Рис. 2. Меню настроек и редактор маршрутов

Стоит выделить такую возможность программной модели, как имитацию движения автомобилей (рис. 3). Алгоритм движения полностью разработан «с нуля». Каждый объект-автомобиль действует по заложенным правилам, обладает собственным полем зрения и способен взаимодействовать с другими объектами модели.

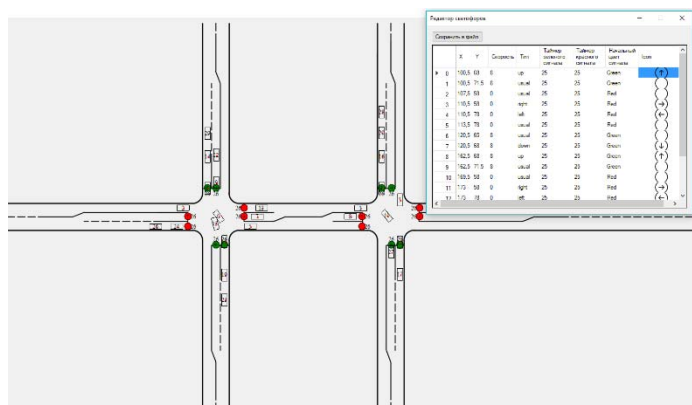


Рис. 3. Редактор светофоров и имитация автомобильного движения

ПМ ИДДРП еще находится в стадии разработки: будущий функционал программы будет расширяться. Планируется сделать его многооконным для возможности в реальном времени сравнивать сразу несколько алгоритмов для разрешения одной и той же ситуации. Также многие параметры, настраиваемые в исходном коде, необходимо вынести в меню настроек программы для большего удобства работы простому пользователю. Необходимо определить полезную информацию при работе с данной моделью и выполнять ее записывание, а

также разработать возможность подключать испытываемые алгоритмы светофоров как внешнюю библиотеку.

На момент написания статьи разработанная программная модель позволяет строить различные схемы движения автомобилей, задавать интенсивность потока, испытывать различные алгоритмы на светофорах: все это для того, чтобы увидеть результаты работы новых алгоритмов регулирования светофоров и оптимизировать их, не прибегая к реальному оборудованию, без каких-либо финансовых затрат и снижения эффективности существующей транспортной инфраструктуры.

Список литературы

1. Евсеева А. А., Казаков А. А. Методы решения проблемы автомобильных пробок в Саратове на примере мирового опыта // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2014. Т. 20. С. 3531–3535. URL: <http://e-koncept.ru/2014/54970.htm>.

2. Принципы работы светофора [Электронный ресурс] : Обучение вождению DRIVINGPLUS. URL: <https://www.drivingplus.ru/driving/doroghnoe-dvighenie/principy-raboty-svetofora.html>.

3. Солоницына К. А. «Умный светофор» как часть интеллектуальной транспортной системы // Студенческий форум: электрон. научн. журн. 2018. № 8 (29). URL: <https://nauchforum.ru/journal/stud/29/34931> (дата обращения: 31.03.2019).

СИСТЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ С ТРЕХМЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ*

Н.В. Романов[†]

Научный руководитель Д.В. Капулин
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Основные задачи сотрудников современных промышленных предприятий все более насыщаются когнитивной рабочей нагрузкой, обусловленной большими объемами сложной информации и широким использованием информационных технологий. Так, немецкая программа развития промышленного производства «Индустрия 4.0» декларирует тотальную автоматизацию для создания киберфизических производственных систем [1–3]. Принципы «Индустрии 4.0», необходимость использования новейшего оборудования, обрабатывающих центров, освоения новых технологий при неизбежном расширении номенклатуры производимой продукции порождают проблемы в планировании и управлении производственным циклом. Решение таких проблем лежит в развитии интегрированных систем производственного планирования, выстраивающих цепочку технологических маршрутов как для отдельных изделий, так и для всех заказов продукции, производимой на предприятии [4].

Наиболее распространенными, удобными и гибкими средствами оперативного планирования на сегодняшний день являются сетевые графики, линейные диаграммы, а также множество других средств визуализации планов, которые существенно повышают удобство планирования и дают некоторую гибкость. Однако использование таких средств без информационных систем затруднительно, поскольку необходимо учитывать множество непредвиденных ситуаций, начиная от учета выхода на больничные ключевых работников и заканчивая диспетчированием срочных заказов и отслеживанием загрузки рабочих центров [5].

Автоматизированный анализ производственного плана (рис. 1) проводится с применением work-flow диаграмм – сетевой структуры, графическое представление которой реализовано, как правило, в виде диаграммы Ганта, позволяющей контролировать процесс производства отдельного изделия или всей совокупности находящихся в производстве заказов как поэтапно, так и в целом [6].

В ходе планирования производственного цикла сложной продукции неизбежно возникают трудности с составлением производственного плана и выбором оптимального технологического маршрута. При этом значительную роль играет визуализация планируемого процесса, повышение его наглядности для

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (договор № 03.G25.31.0279).

[†] © Романов Н.В., 2019

лица, ответственного за принятие решений. Повышение наглядности процесса планирования состоит в совмещении 3D-модели производимого продукта (заказа) и детализированного плана его производства. При этом трехмерная визуализация сопровождается необходимыми для принятия решений данными и информацией о процессе производства, наглядно иллюстрирует связь между составными частями продукта и графиком их производства, что позволяет вносить своевременные коррективы в производственный план.



Рис. 1. Автоматизированное планирование производства

Известные информационные системы, направленные на решение задач планирования и диспетчирования производства в машиностроении, не содержат инструментов по визуализации выполнения производственных заданий, кроме как в виде диаграммы Ганта или ином отображении, связанном с формой графика выполнения заданных работ. Не устанавливается явное визуальное соответствие между производимым продуктом (выполняемым заказом) и ключевыми контрольными точками технологического маршрута, что вызывает необходимость создания искусственных обратных связей между службами, ответственными за организацию производственного планирования, и разрабатывающими подразделениями предприятия или даже сторонними организациями. Следует отметить, что существуют информационные системы, объединяющие 3D-модели, инженерные данные и информацию о процессе производственных работ в строительном-монтажной сфере. Такие системы относятся к классу BIM (Building Information Modeling) – информационное моделирование в строительстве) [6]. По доступным аналитическим оценкам применение таких методов и средств визуального планирования при реализации крупных проектов дает возможность достичь значительного сокращения стоимости проекта, снижения издержек простоя оборудования и повышения производительности труда [7].

При анализе требований к информационной системе производственного планирования (ИСПП) с трехмерной визуализацией определён набор функциональных характеристик:

- организация доступа пользователя к перечню текущих производственных заказов;
- визуализация всех изделий выбранного пользователем производственного заказа в формате древовидной структуры;

3. Lee J., Bagheri B., Kao H. A. A cyber-physical systems architecture for Industry 4.0 based manufacturing systems // *Manufacturing Letters*. 2015. N 3. P. 18–23.
4. Фролов Е. Б., Крюков В. В., Нечаева И. И., Волгапкин А. В. Интеграция САПР ТП и MES на основе сквозного конструкторско-технологического проектирования // *Наукоемкие технологии в машиностроении*. 2019. № 1(91). С. 25–32.
5. Фролов Е. Б., Крюков В. В., Нечаева И. И. Международные стандарты качества или как обеспечить «Прозрачность производства» средствами ERP и MES систем? // *Качество. Инновации. Образование*. 2018. № 7 (158). С. 50–58.
6. Инструмент оперативного управления процессом строительства СОМОКС.СМР. Официальный веб-сайт группы компаний «Неолант» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.neolant.su/cmг>.
7. Официальный веб-сайт экспертной группы по повышению эффективности строительства Construction Owners Association of Alberta (COAA, Канада) [Электронный ресурс]. URL: www.coaa.ab.ca.

СПОСОБЫ СИНТЕЗА ЭФФЕКТИВНЫХ СТРУКТУР НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Е.О. Сорока, П.В. Пересунько*

Научный руководитель В.В. Тынченко
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время искусственные нейронные сети (ИНС) успешно применяются для решения широкого круга сложных научно-технических задач. Однако для прикладного специалиста обычно представляет собой проблему слабо формализованный процесс выбора эффективной структуры нейросетевой модели, которая определяется количеством нейронов, их активационными функциями и наличием связей между конкретными нейронами. Другими словами, выбор топологии и настройка весов связей ИНС являются важнейшими этапами использования нейросетевых технологий [1]. Автоматизация данного процесса предполагает решение сложных многопараметрических оптимизационных задач выбора структуры ИНС и ее последующего обучения.

В данной работе рассматривается случай многосвязной искусственной нейронной сети прямого распространения.

Постановка задачи выбора эффективной структуры ИНС может быть сформулирована в виде многопараметрической многоэкстремальной оптимизационной задачи поиска минимума функции ошибки обучения ИНС, заданной алгоритмически в пространстве структур, так как данная целевая функция включает в себя процедуру обучения ИНС.

Формализуем постановку задачи безусловной оптимизации структуры ИНС следующим образом [2]:

$$E(C, W, B, \overline{af}) \rightarrow \min_{C, W, B, \overline{af}},$$

где $E(\cdot)$ – общая погрешность обучения ИНС, C – матрица связей ИНС размерности $n \times n$, W – вектор весов связей ИНС размерности m , B – вектор смещений нейронов размерности n , \overline{af} – вектор активационных функций на нейронах ИНС размерности n , n – общее количество нейронов в ИНС, m – общее количество связей в ИНС.

Для оценивания ошибки обучения ИНС используется метрика MSE [3].

Для решения подобных сложных задач оптимизации успешно применяются генетические алгоритмы (ГА) [1]. Алгоритм подбора эффективной структуры ИНС включает следующие шаги:

– декодирование всех индивидов текущей популяции, каждый из которых описывает конкретную структуру ИНС;

* © Сорока Е.О., Пересунько П.В., 2019

- обучение каждой ИНС заданной структуры и оценивание пригодности соответствующего индивида;
- репродукция индивидов согласно выбранному способу селекции;
- применение операторов скрещивания и мутации для получения нового поколения.

Существуют различные способы кодирования ИНС [4]. В данной работе структура ИНС определяется четырьмя параметрами – матрицей связей C , вектором весов связей W , вектором смещений нейронов B и вектором активационных функций af . Матрица C размерностью $n \times n$ представляет связи нейронной сети, состоящей из n узлов. Значение c_{ij} определяет наличие или отсутствие связи между i -м и j -м нейронами. Если c_{ij} равно 0, то связь отсутствует. Вектор W представляет веса связей нейронной сети. Значение w_l определяет вес связи между двумя нейронами, где l – порядковый номер связи в матрице весов C , представленной в одномерном виде. Вектор B содержит смещения каждого нейрона. Смещение входных нейронов равно 0.

Для уменьшения объема вычислительных процедур на каждом шаге эволюции за счёт отсутствия двоично-десятичных преобразований при расчёте значений функций приспособленности и уменьшения размеров хромосом успешно применяется вещественное кодирование [5]. При таком подходе генотип представляет собой набор четырех хромосом, соответствующих параметрам ИНС:

- 1) комбинация строк матрицы C ;
- 2) последовательность вещественных чисел, составляющих вектор весов W ;
- 3) последовательность вещественных чисел, составляющих вектор смещений B ;
- 4) вектор активационных функций af , представленный в виде строки, содержащей порядковый номер функции из заданного заранее набора.

При кодировании первой хромосомы можно опустить нулевые значения из матрицы C , а именно:

- элементы первых столбцов, соответствующих входным нейронам, и последних строк, соответствующих выходным нейронам;
- элементы, расположенные ниже главной диагонали и на ней, так как рассматриваемая топология ИНС предполагает прямое распространение сигнала.

Последняя хромосома указывает на тип активационной функции каждого нейрона из заранее заданного набора. На нейронах входного слоя вычисления не выполняются, поэтому при кодировании активационных функций этот слой не учитывается.

Одним из основных недостатков использования генетических алгоритмов является большой объем вычислений, поэтому для его уменьшения в данной работе предлагается следующий подход. Во-первых, использование алгоритма стохастического градиентного спуска для обучения ИНС как одного из наиболее популярных [3]. Во-вторых, с целью упрощения структур ИНС, участвующих

щих в эволюционном процессе, предлагается дополнить генетический алгоритм подбора структуры ИНС процедурой сокращения количества связей, которая предполагает упрощение структуры сети на каждой итерации алгоритма путем отсечения межнейронных связей, имеющих веса, меньшие по абсолютной величине значения некоторого заданного порогового коэффициента отсечения k_o .

Предлагаемая процедура состоит в следующем. После обучения каждой особи перед выполнением селекции производится отсечение структурных связей по вышеописанному принципу. Переобучение структуры, полученной путем сокращения количества связей, больше не выполняется. Для вычисления пригодности данной структуры на ее вход по очереди подаются примеры из обучающей выборки. Далее к индивидам-структурам применяются операторы генетического алгоритма, и формируется следующее поколение структур ИНС [5].

Для проверки эффективности предложенного подхода к решению задачи нейросетевого моделирования был выполнен ряд вычислительных экспериментов по выбору эффективной структуры ИНС и настройке ее весов.

В качестве тестовой задачи рассматривалась аппроксимация функции одного аргумента: $y = \sin(10x)+10$.

Настройки ИНС были установлены следующие. Вид топологии – многосвязная. Функции активации [6]: гиперболический тангенс, логистическая, ReLU. Количество эпох при обучении ИНС – 1000, максимально допустимое количество скрытых нейронов – 5. Настройки ГА: тип селекции – турнирная, кроссовер – смешанный, количество особей в популяции – 20, поколений – 30.

Тестовая задача рассматривалась в двух вариантах – с отсечением межнейронных связей и без. Коэффициент k_o был найден путем перебора значений от 0.1 до 0.9 с шагом 0.1. В среднем наилучшие результаты были получены при коэффициенте k_o , равном 0.1. Для варианта решения с отсечением межнейронных связей ошибка обучения лучшей особи составила 0.09, без отсечения – 0.078. Ошибка лучшей особи из первой популяции 0.161. Значения ошибок обучения указаны усредненные по числу запусков алгоритма.

Структура лучшей ИНС, полученной в ходе работы ГА без отсечения содержит 21 связь и 5 скрытых нейронов. В то время как структура лучшей ИНС, полученной в результате работы ГА с отсечением содержит 5 связей и 4 скрытых нейрона, что позволяет существенно уменьшить количество вычислений при дальнейшем использовании полученной нейросетевой модели. У обеих ИНС набор активационных функций преимущественно содержит гиперболический тангенс.

Таким образом, рассматриваемый в данной работе алгоритм позволяет подобрать эффективную структуру нейросетевой модели. К его недостаткам можно отнести высокие вычислительные затраты на поиск эффективной топологии ИНС, который может быть преодолен за счет распараллеливания генетического алгоритма, что планируется реализовать и исследовать в дальнейшем. При этом на основании результатов выполненных экспериментов в качестве преимуществ предлагаемого подхода можно отметить сокращение объема вы-

числений в ходе работы ГА, а также получение более простой с вычислительной точки зрения нейросетевой модели без существенной потери точности.

Список литературы

1. Цой Ю. Р., Спицын В. Г. Эволюционный подход к настройке и обучению искусственных нейронных сетей // *Нейроинформатика*. 2006. Т. 1. № 1. С. 34–61.
2. Гудфеллоу Я., Бенджио И., Курвилль А. *Глубокое обучение*. М. : ДМК Пресс, 2017. 652 с.
3. Tynchenko V. S., Tynchenko V. V., Bukhtoyarov V. V. [et al.] The Multi-Objective Optimization of Complex Objects Neural Network Models // *Indian Journal of Science and Technology*. 2016. Vol. 9 (29). 11 p.
4. Stanley K. O., Miikkulainen R. Evolving Neural Networks through Augmenting Topologies // *Evolutionary Computation*. 2002. Vol. 10, No. 2. P. 99–127.
5. Herrera F., Lozano M., Verdegay J. L. Tackling real-coded genetic algorithms: operators and tools for the behaviour analysis // *Artificial Intelligence Review*. 1998. Vol. 12. P. 265–319.
6. Nwankpa C. E., Ijomah W., Gachagan A. [et al.] Activation Functions: Comparison of Trends in Practice and Research for Deep Learning // arXiv:1811.03378 URL: <https://arxiv.org/pdf/1811.03378.pdf>.

РАЗРАБОТКА НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ИШЕМИЧЕСКОГО ИНСУЛЬТА НА МРТ-СНИМКАХ

А.В. Тарасевич, Н.С. Сударикова*

Научный руководитель А.С. Михалев
старший преподаватель

Научный руководитель А.В. Пятаева
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день такая патология, как инсульт, является одной из ведущих причин смертности от заболеваний системы кровообращения. По данным Всемирной Организации Здравоохранения инсульт занимает 3 место в мире по числу гибели людей, инсульт и ишемическая болезнь сердца уносит большинство жизней в год, в общей сложности 15 миллионов [1].

Целью данной работы является разработка алгоритма распознавания ишемического инсульта по МРТ-снимкам. Разработанная система способна ускорить процесс выявления у пациента ишемического инсульта в несколько раз, а также увеличить точность поставленного диагноза за счет обучения нейронной сети на большой выборке данных.

Разработка проводилась на языке Python с помощью таких инструментов, как Jupyter и JetBrains PyCharm Community Edition, ML-framework TensorFlow.

Исходными данными для обучения нейронной сети являются МРТ-снимки в формате DWI, что позволяет выявлять инсульт на ранних стадиях.

Для обучения нейронной сети были взяты снимки нескольких болезней, которые имеют схожие признаки с ишемическим инсультом, на DWI: глиальные опухоли; энцефалит; понтинный миелолиз; абсцесс; геморрагический инсульт; глиобластома. На рис. 1 продемонстрированы снимки данных заболеваний.

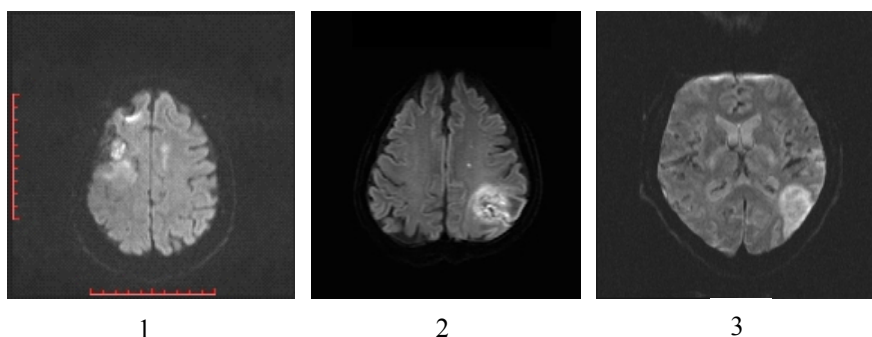


Рис. 1. Снимки: 1 – глиобластома, 2 – энцефалит, 3 – ишемический инсульт

* © Тарасевич А.В., Сударикова Н.С., 2019

Для обучения в рамках нашей работы мы имеем 1 810 снимков иных болезней, поражающих головной мозг, и 490 снимков ишемического инсульта. При этом количество тренировочных параметров составило 382,256,268.

Предобработка снимков происходила в несколько этапов. Поскольку снимки предоставлены из различных источников, их необходимо было привести к единому размеру. Для этого на первом этапе было произведено масштабирование снимков до размера 160×160 с помощью библиотеки PIL (Python Imaging Library), что позволило повысить точность на тестовом наборе.

На втором этапе предобработки необходимо производить удаление шума, так как случайные артефакты и шум могут ухудшить читаемость и качество снимка. Поскольку подавление белого и гауссова шума более эффективно при использовании линейных фильтров для нашей системы был взят средний фильтр [2] из библиотеки OpenCV с помощью функции `cv2.medianBlur ()` OpenCV.

На МРТ-снимках, особенно на снимках головного мозга, имеются области с яркими краями, которые могут существенно повлиять на конечный результат, поскольку интенсивность границ будет совпадать с яркостью области поражения головного мозга. Для определения, какие из пикселей относятся к краям, используется оператор Собеля, так как он дает более выраженные и четкие края и быстрее работает, чем многие другие операторы. Результат применения метода представлен на рис. 2.

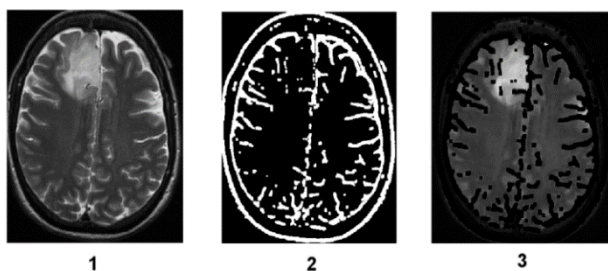


Рис. 2. Применение метода: 1 – исходное изображение; 2 – обнаруженные края оператором Собеля; 3 – удаленные края из исходного изображения

В качестве классификатора использовалась сверточная нейронная сеть, поскольку на данный момент она является одним из лучших алгоритмов по распознаванию и классификации изображений. В качестве структуры нейронной сети была использована сеть с чередующимися между собой тремя субдискретизирующими слоями и тремя сверточными слоями, которые формируют входной вектор признаков для двух полносвязных слоев. Для обучения использовался метод «обучение с учителем». Для активации использовалась функция ReLU после каждого сверточного и полносвязного слоя.

После последнего слоя использовалась нелинейная функция с насыщением, так называемая логистическая функция или сигмоид. На этапе обучения сеть сходится после 30 эпох. Достигнутая точность – 95 %.

На рис. 3 представлена архитектура используемой нейронной сети, на рис. 4 – графики зависимости точности (слева) и ошибки (справа) от количества итераций.

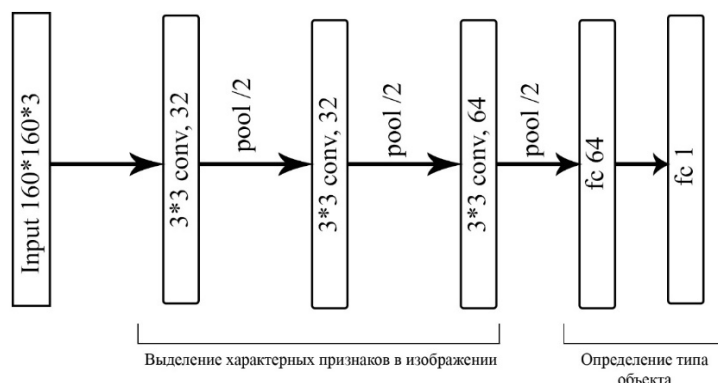


Рис. 3. Архитектура нейронной сети



Рис. 4. Графики зависимости точности и ошибки от количества итераций

По мере увеличения количества эпох точность определения возрастает, вероятность же ошибки уменьшается. Таким образом, анализ полученных результатов показывает, что использование построенной нейронной сети совместно с разработанными сценариями предобработки снимков позволяет говорить об успешной работе классификатора при распознавании ишемического инсульта.

Список литературы

1. Всемирная Организация Здравоохранения [Электронный ресурс]. URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
2. Фильтрация изображений в Python [Электронный ресурс]. URL: <https://php-academy.kiev.ua/blog/image-filtering-in-python>.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. М. : Мир, 1992.
4. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. М. : Горячая линия – Телеком, 2004. 452 с.
5. Anthony M., Bartlett. P. L. Neural Network Learning: Theoretical Foundations Cambridge University Press, 1999. 404 с.

ПЛАТФОРМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОВ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ НЕПРЕРЫВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

М.О. Уфимцев*

Научный руководитель Д.В. Капулин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

С развитием средств автоматизированного управления технологическими процессами, распространением концепции «интернет вещей», наращиванием сложности технологических операций и процессов, эффективное управление технологическими процессами требует применения новых принципов и методов, в том числе изучаемых учебном процессе. Так, в рамках учебной деятельности следует изучать и отрабатывать навыки применения современных и перспективных подходов к разработке регуляторов и корректирующих устройств систем автоматического управления (САУ), проводить моделирование и исследование различных параметров технологических процессов с целью определения эффективности проектируемых решений, апробировать на практике полученные результаты [1, 2]. Развитие средств микропроцессорного и контроллерного управления обеспечивает видимость доступности подходов к разработке САУ. Однако, несмотря на кажущуюся легкость разработки, компоновки и программирования САУ, отсутствие необходимых знаний и навыков применения теории автоматического управления (ТАУ) не позволяет достичь оптимальных параметров работы САУ в автоматическом режиме. Сказывается высокая степень абстракции ТАУ, тенденция на ухудшение уровня владения математическим аппаратом студентами учебных заведений. Следует отметить набирающую популярность технологию smart-обучения, в которой отработке практических навыков у обучающихся отводится особое место [3].

В большинстве предлагаемых для учебного процесса стандартных макетов технологических процессов не реализована открытость программно-аппаратных интерфейсов (стенды поставляются как закрытые комплексы, без возможности наращивания или изменения совокупности их свойств), не предполагается одновременного исследования как классических регуляторов на основе программируемых логических контроллеров, так и встраиваемых систем, имитируются достаточно простые процессы [4]. Разработанная платформа автоматизации и управления представляет собой интегрированный программно-аппаратный комплекс, объединяющий макет технологического процесса (стенд), встраиваемую и стационарную системы управления. Структурная схема платформы приведена на рис. 1. Платформа предназначена для исследования параметров технологических процессов, разработки новых методов управления в рамках решения учебных задач и в демонстрационных целях. Стенд

* © Уфимцев М.О., 2019

платформы состоит из цилиндрических емкостей высотой 300 мм: трех малых – диаметром 150 мм, и двух больших – диаметром 200 мм, измерительного и исполнительного оборудования, размещенного на подставке (рис. 2).

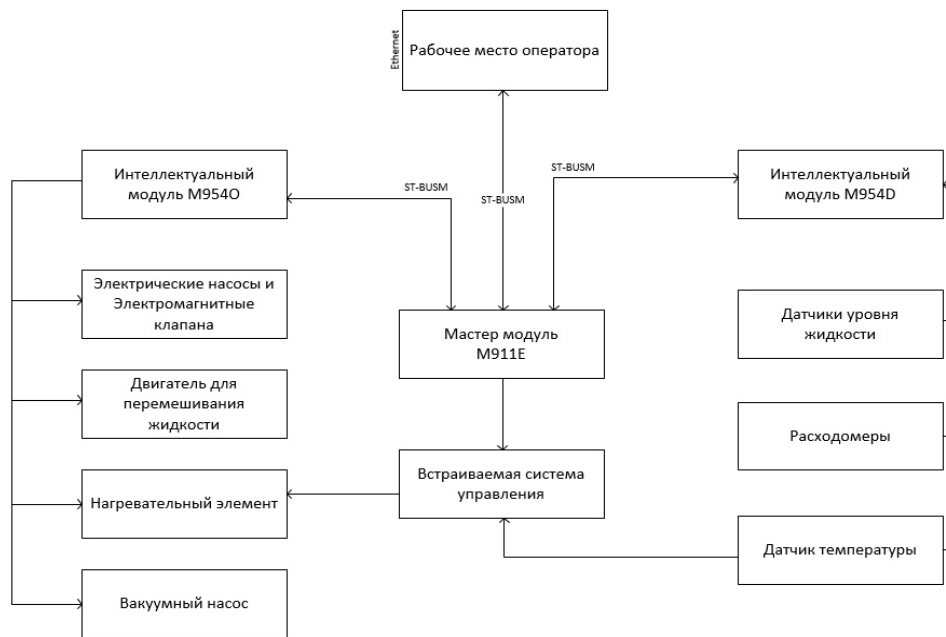


Рис. 1. Структурная схема платформы

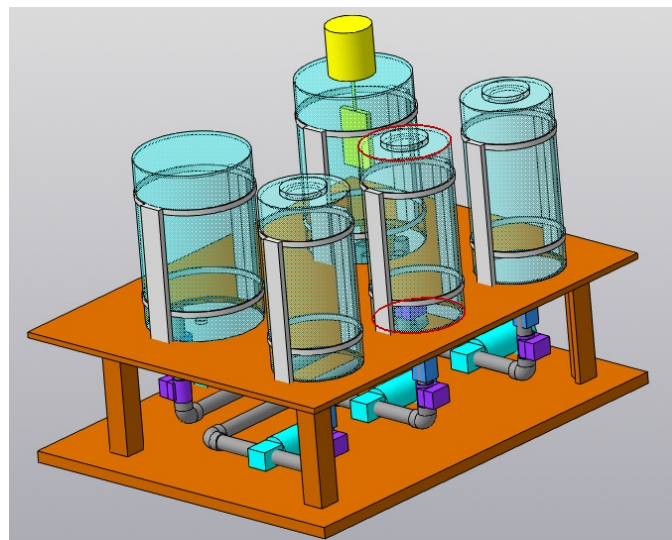


Рис. 2. Стенд платформы

В разработанном прототипе платформы в качестве устройства управления стационарной системы управления применяется программируемый логический контроллер TREI 5B-05 [5]. Рабочее место оператора платформы выполнено на основе управляющего компьютера с развернутой средой МЭК-программирования и SCADA-системой. Внешний вид платформы совместно со стационарной системой управления приведен на рис. 3. Унифицированным технологическим процессом выбран процесс переливания жидкости, дальней-

шее ее перемешивание, нагрев и поддержание давления в резервуаре. Встраиваемая система управления на основе микроконтроллера с архитектурой ARM предназначена для независимого автономного наблюдения, а в случае аварийной ситуации или сбоя стационарной системы управления – поддерживания заданных технологических параметров.



Рис. 3. Прототип платформы: 1 – программируемый логический контроллер TREI 5B-05; 2 – рабочее место оператора; 3 – стенд платформы

Архитектура платформы для автоматизации и управления непрерывными технологическими процессами позволяет реализовывать управление основными параметрами, характерными для большинства непрерывных технологических процессов, с применением как программируемых логических контроллеров, так и встроенных систем управления на основе микроконтроллеров или микропроцессоров. Назначение системы – разработка как классических ПИД-регуляторов, так и на основе нечеткой логики; исследование законов теории автоматического управления на законченном непрерывном технологическом процессе за счет управления основными его параметрами: температура, давление, частота вращения электропривода, открытие/закрытие задвижек и клапанов и т. д.

Список литературы

1. Аристов Е. В., Хузин Р. А. Создание учебных стендов на основе современного оборудования // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. 2006. С. 1–3.
2. Ульянов Р. С., Шиколенко И. А., Одноров Е. П. Применение учебного макета ремонтно-механического цеха на базе технологий «умный дом», для проведения лабораторных работ по теории автоматического управления // Молодой ученый. 2015. № 22. С. 197–200. URL <https://moluch.ru/archive/102/23299> (дата обращения: 15.04.2019).

3. Бектурова З. К. Возможности внедрения smart-технологий обучения в школе // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 7. С. 125–126.

4. Цокур Д. С. Разработка учебных стендов для обучения автоматизации технологических процессов // Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина. 2017. С. 2–3.

5. Контроллер TREI 5B-05 [Электронный ресурс] // Официальный веб-сайт ООО «ТРЭИ». URL: <http://trei.biz/controllers/trei-5b-05>.

Специальные инженерно-технические системы

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЗАЖИГАНИЕМ КАРБЮРАТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ

С.В. Воронин*

Научный руководитель А.Н. Филатов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Автоспорт представляет собой технический вид спорта, который включает все виды соревнований на различных типах автотранспортных средств. Считается, что основным критерием автомобильного спорта в целом является уровень спортивного мастерства водителя и, конечно же, степень технического совершенства транспортного средства.

В гоночной серии «Time Attack» (КГТ «Красное кольцо», г. Красноярск), регламентируются доработки следующих систем автомобиля: двигатель и трансмиссия; подвеска и тормозная система; электроника; кузов и салон; колеса. В серийный двигатель допускается установка регулируемых шестерней газораспределительного механизма (ГРМ), спортивных распределительных валов, нестандартной системы выпуска, включая все ее элементы, а также изменение электронных систем управления.

Стандартная бесконтактная (коммутаторная) система зажигания позволяет управлять углом опережения зажигания (УОЗ) до частоты вращения коленчатого вала 7 500 об/мин, при этом механические регуляторы (вакуумный и центробежный) не позволяют обеспечить оптимальные отклонения УОЗ (рис. 1).

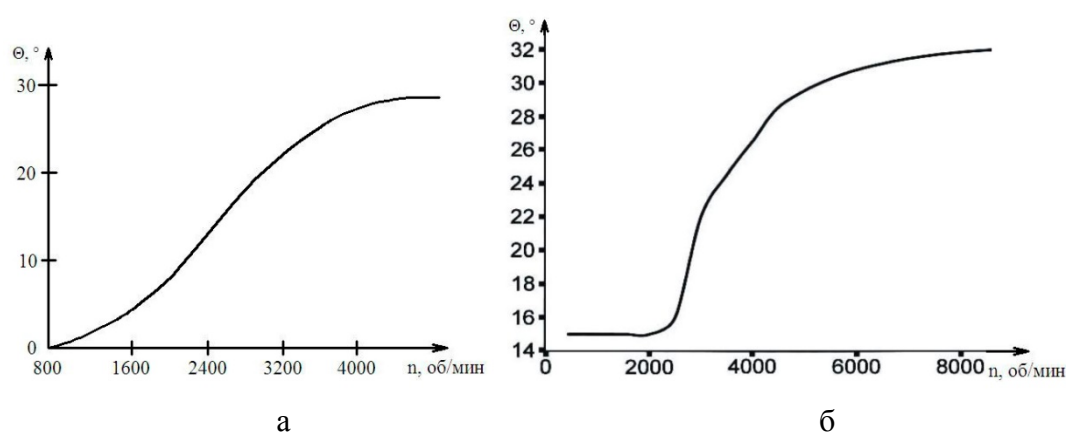


Рис. 1. Зависимость коррекции УОЗ от частоты вращения коленчатого вала:
а – центробежный регулятор стандартного ДВС; б – требуемая характеристика
для модернизированного ДВС

* © Воронин С.В., 2019

Для решения этой проблемы существуют следующие способы: применение универсального блока управления на основе Arduino; стандартного автомобильного ЭБУ от инжекторного ДВС (например, январь); специальные автомобильные компьютеры (например АБИТ).

Наиболее оптимальным по функционалу, удобству использования, а также с экономической точки зрения является использование электронного блока управления (ЭБУ) «Январь 5.1».

Схема системы управления ДВС автомобиля ВАЗ-2108, который имеется в Центре автотоспорта СФУ, оборудованного ЭБУ «Январь 5.1», представлена на рис. 2.

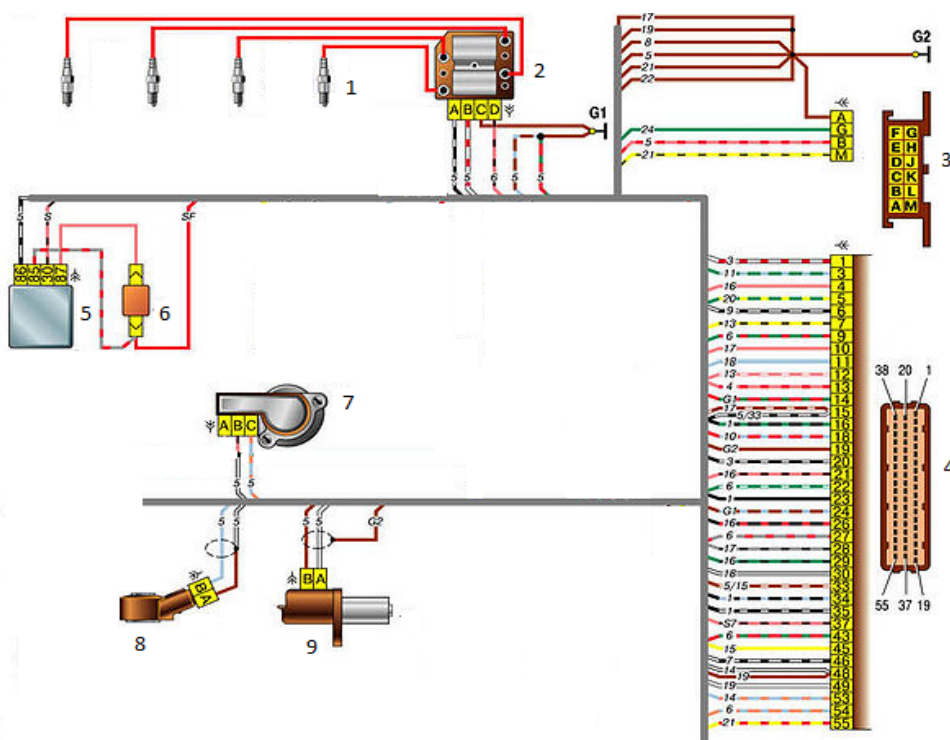


Рис. 2. Структурная схема системы управления модернизированного ДВС ВАЗ-2108 с ЭБУ «Январь 5.1»: 1 – свечи; 2 – модуль зажигания; 3 – колодка диагностики; 4 – контроллер; 5 – главное реле; 6 – предохранитель главного реле; 7 – датчик положения дроссельной заслонки; 8 – датчик детонации; 9 – датчик положения коленчатого вала

Для управления системой зажигания используются следующие датчики: датчик положения коленчатого вала, датчик положения дроссельной заслонки, датчик детонации.

На первоначальном этапе настройки программы управления ДВС используем стандартную программу. Затем, используя специальное программное обеспечение, изменяем параметры угла опережения зажигания (рис. 3).

Для настройки программы управления использовались следующие технические средства:

– динамический (мощностной) стенд, позволяющий создавать нагрузку на ДВС при неподвижном автомобиле (не требуется тестовых поездок, что делает

мические свойства автомобиля, что сделало его конкурентоспособным в своем классе.

Список литературы

1. Двигатели внутреннего сгорания. Т. 1. Теория рабочих процессов / под ред. В. Н. Луканина. М. : Высшая школа, 1995. 368 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания. Т. 2. Динамика и конструирование / под ред. В. Н. Луканина. М. : Высшая школа, 1995. 319 с.
3. Официальный сайт ПАО «АВТОВАЗ» [Электронный ресурс]. URL: [http:// http://info.avtovaz.ru](http://http://info.avtovaz.ru).
4. Акимов С. В., Чижков Ю. П. Электрооборудование автомобилей : учеб. пособие для вузов. М. : ЗАО «КЖИ “За рулем”», 2004. 384 с.
5. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей. М. : Горячая линия-Телеком, 2006. 440 с.

ПРЕИМУЩЕСТВА ПСЕВДОСПУТНИКОВ НА ОСНОВЕ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

М.А. Голубятников, А.В. Жгун*

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

В данной работе проведен анализ использования антенной решетки в системе ближней навигации на основе псевдоспутников (ПС) по результатам соответствующего моделирования. Проведено сравнение энергетических характеристик навигационного поля, созданного антенными решетками и изотропными излучателями. В связи с возрастающим интересом к локальным радионавигационным системам на основе ПС данная работа может стать фундаментом для более детальных исследований электромагнитной совместимости и уменьшения уровня излучения сигнала в направлении других радиотехнических средств.

Система ближней навигации на основе ПС представляет собой сеть радиомаяков (псевдоспутников), геометрическое расположение которых позволяет создать зону навигации с уровнем мощности от -165 дБВт до -140 дБВт, необходимой для нормальной работы навигационного приемника [1]. Для решения навигационной задачи количество сигналов с такой мощностью в зоне навигации должно быть не менее четырех. Важной частью проектирования систем ближней навигации на основе ПС является расчет бюджета мощности канала распространения навигационных сигналов между передатчиком и приемником сигнала. В связи со спецификой применения локальных радионавигационных систем необходимо концентрировать энергию только в необходимом направлении. Это позволит снизить уровень излучения в направлении боковых лепестков, что улучшит электромагнитную совместимость с другими радиотехническими средствами. Поэтому целью данной работы является моделирование антенной решетки и сравнение полученных результатов с изотропным аналогом, расчет которого производился ранее в работе [2].

Основной характеристикой антенны, дающей представление о её пространственных параметрах, является функция, описывающая зависимость напряженности поля волны, излученной антенной, от углов – диаграмма направленности (ДН). Для обеспечения радионавигации на местности требуется возможность управления ДН в двух плоскостях, поэтому следует разработать плоскую антенную решётку. При расчете ДН плоской решетки сначала рассчитывают ДН линейной излучателей, а затем каждый ряд излучателей заменяют эквивалентным точным излучателем и перемножают друг с другом. Диаграмма линейной излучается определяется произведением множителя линейки на диаграмму направленности отдельного излучателя.

* © Голубятников М.А., Жгун А.В., 2019

$$F(\theta, \varphi) = F_1(\theta, \varphi) \cdot F_{\text{Множ}}(\theta, \varphi).$$

Движение луча линейки происходит за счет управления фазами токов в излучателях при помощи управляющих устройств (фазовращателей). Состояние фазовращателей определяется электронной схемой, вырабатывающей напряжения или токи, поступающие на них. Управляющие устройства соединены с фидерной системой, через которую канализируется энергия сигнала, как показано на рис. 1. Каждый излучатель антенной решетки представляет собой самостоятельную элементарную антенну. Излучение i -го элемента характеризуется его диаграммой направленности.

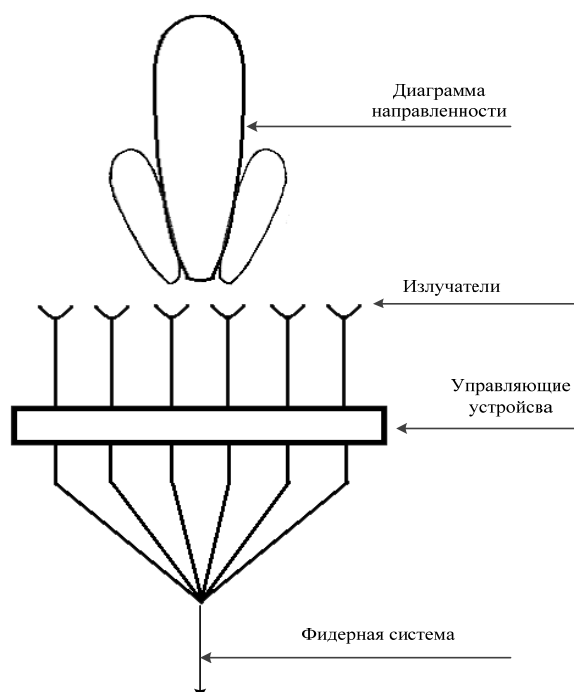


Рис. 1. Устройство антенной решетки

Для анализа параметров навигационного поля, сравнения уровня излучения в направлении, отличающемся от направления на потребителя, в среде Matlab была разработана соответствующая программа моделирования.

Алгоритм работы программы показан на рис. 2. С целью сравнения антенной системы с изотропным излучателем были созданы модели ДН антенной решетки и модели изотропного излучателя для четырех ПС.

На каждой антенной решетке было сформировано такое фазовое распределение, при котором зона навигации перекрывает соответствующую зону навигации, сформированную изотропными излучателями. Такие параметры, как частота излучения, мощность сигнала, коэффициент усиления антенны и динамический диапазон, установим одинаковыми в каждой из систем. На рис. 3 показан результат работы программы. Размеры радионавигационных полей (РНП)

в двух системах соизмеримы. Площадь «вредного» излучения, вносимого в среду у изотропных излучателей, выше в 2,5 раза.

Также стоит отметить появившуюся возможность ограниченно менять местоположение РНП в пространстве, изменяя фазовое распределение на антенных решетках. Обобщая выше сказанное, можно сделать вывод о том, что использование антенных решеток в радионавигационной системе на основе ПС несомненно выигрывают у отдельных изотропных излучателей.

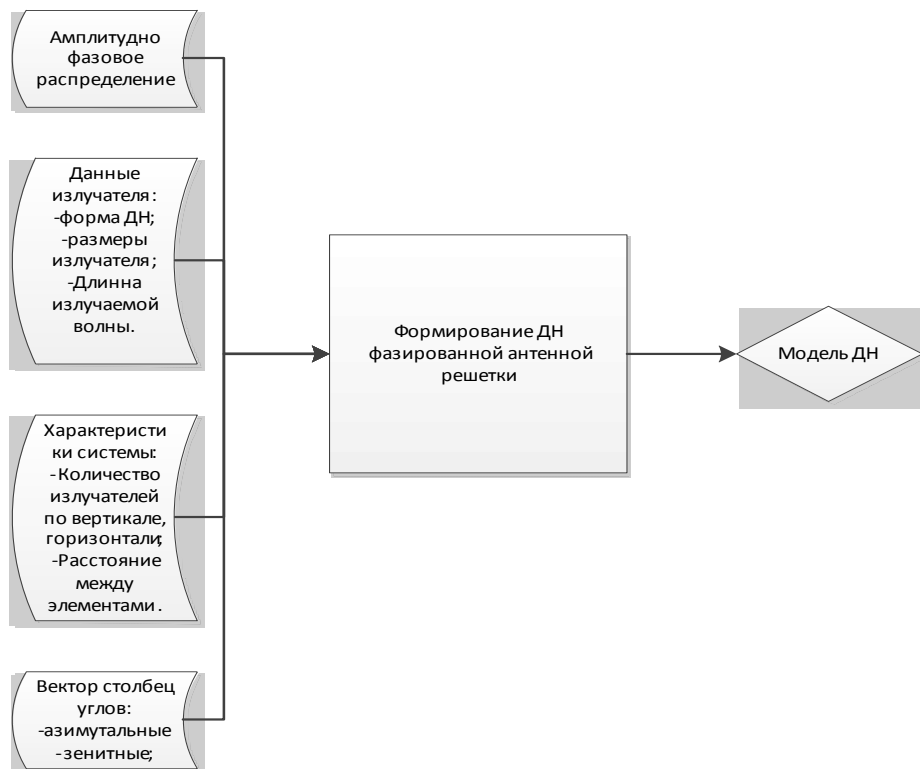


Рис. 2. Алгоритм построение ДН антенной решетки

Дополнительно появляется возможность влиять на геометрические характеристики РНП.

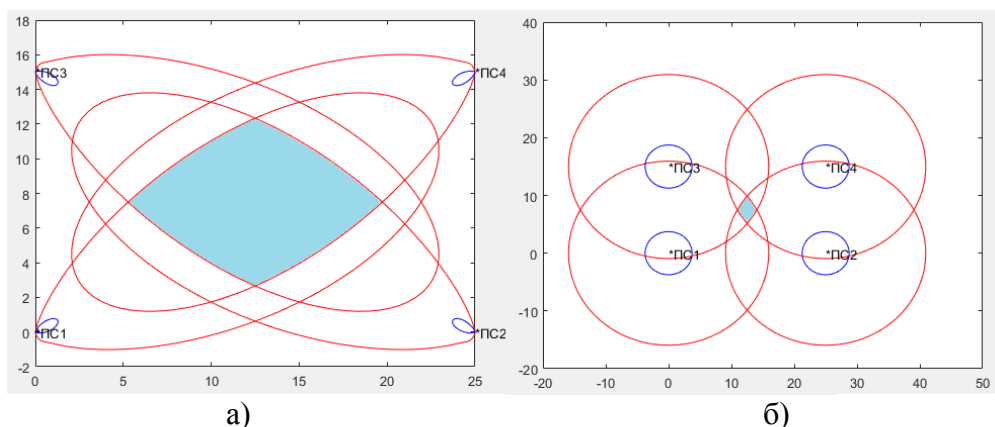


Рис. 3. Радионавигационное поле:
а – ПС из антенных решеток; б – ПС из изотропных излучателей

Способность системы концентрировать энергию в нужном направлении сводит к минимуму излучение, вносимое системой вне направления на потребителя. Недостатком данной системы является дороговизна разработки и производства данной конструкции.

Список литературы

1. Гладышев А. Б., Ратушняк В. Н., Рыжков Д. Н., Богачук А. А., Голубятников М. А. Лабораторный комплекс для моделирования системы ближней навигации на основе псевдоспутников // Современные проблемы радиоэлектроники / Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники. 2017. С. 120–124.

МИНИ-ВЕЗДЕХОД-АМФИБИЯ

С.В. Зеньков, А.Ю. Зыков*

Научный руководитель В.А. Зеер
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В современном мире высокие темпы урбанизации населения вызывают потребность людей в активном отдыхе и туризме, где часто применяются различные виды автотехники, большую долю которых составляют легковые автомобили особо малого класса (квадроциклы).

Условия эксплуатации данной техники очень широки. Это проселочные дороги, лесные тропы, болота, снег, водные преграды независимо от времени года и погодных условий. Однако у большинства выпускаемых машин эксплуатационные свойства ограничены. По этой причине ставится цель – создание конкурентоспособного ТС – амфибии особо малого класса с улучшенными показателями проходимости и функциональности.

На сегодняшний день можно выделить три основных типа транспортных средств (ТС) данного класса – это квадроцикл, мотовездеход и вездеход-амфибия (рис. 1).



Рис. 1. Типы ТС: а – квадроцикл, б – мотовездеход, в – вездеход-амфибия

С целью улучшения показателей проходимости и облегчения конструкции проектируемого ТС применяем роliko-фрикционный привод колес. Данная схема привода ведущих колес (рис. 2) позволяет упростить трансмиссию и уменьшить её массу, так как не требует отдельного привода для каждого колеса, улучшить геометрическую проходимость машины благодаря высокому расположению агрегатов трансмиссии, предохранить трансмиссию от динамических перегрузок, особенно часто возникающих на бездорожье, за счёт проскальзывания ролика относительно колес [1].

Чтобы обеспечить высокий уровень пассивной безопасности ТС и возможность преодоления им водных преград была спроектирована пространственная несущая система. Достоинством пространственной рамы является высокое отношение крутильной жёсткости к её массе.

* © Зеньков С.В., Зыков А.Ю., 2019

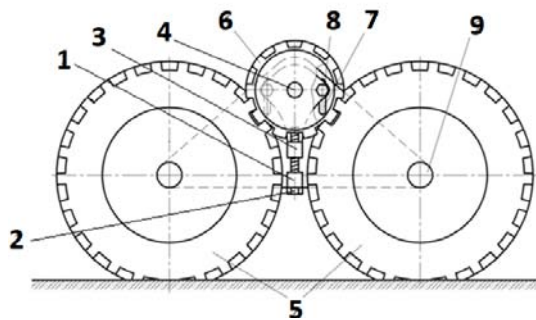


Рис. 2. Система привода транспортного средства общий вид:
 1 – балансир, 2 – винтовая передача, 3 – опорный кронштейн, 4 – приводной вал,
 5 – ведущие колеса, 6 – приводной ролик, 7 – направляющие пазы,
 8 – болты крепления, 9 – ось колеса, 10 – выступы ролика

Трехмерная модель рамы с элементами ее расчета представлены на рис. 3 [2].

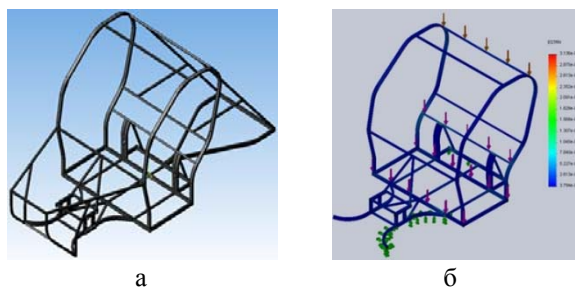


Рис. 3. Рама проектируемого мини-вездехода-амфибии:
 а – трехмерная модель рамы ТС, б – эпюра напряжений элементов рамы ТС

Основные параметры профильной проходимости проектируемого ТС представлены на рис. 4.

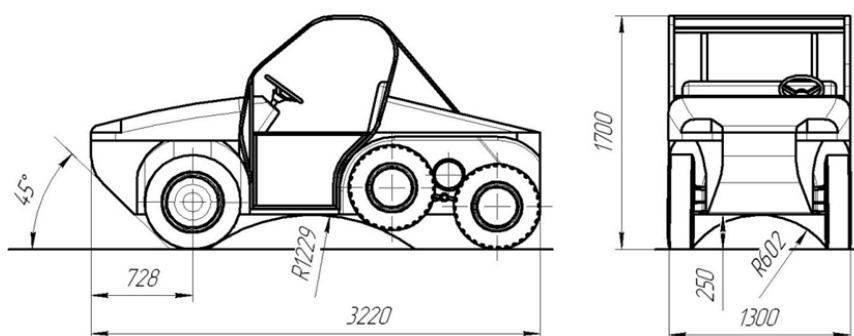


Рис. 4. Показатели профильной проходимости проектируемой машины

Тягово-скоростные свойства проектируемого ТС представлены в виде зависимости динамического фактора от скорости движения (рис. 5), из которой следует: максимальная скорость движения на горизонтальном участке дороги

75 км/ч, максимальный преодолеваемый подъем (коэффициент сцепления $\varphi = 0,7$) 34 %.

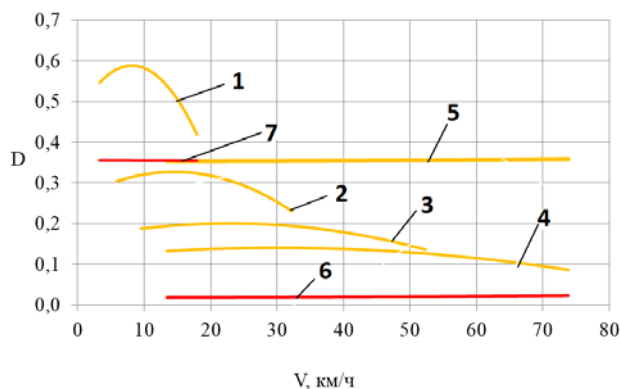


Рис. 5. Динамическая характеристика проектируемого мини-вездехода-амфибии: 1 – динамический фактор на 1-й передаче, 2 – на 2-й передаче, 3 – на 3-й передаче, 4 – на 4-й передаче, 5 – динамический фактор на подъёме ($\varphi = 0,7$) 34 %, 6 – динамический фактор на горизонтальном участке дороги, 7 – динамический фактор по сцеплению при $\varphi = 0,7$

Результаты расчетов параметров плавучести ТС показали, что ватерлиния проектируемой амфибии проходит гораздо выше центра колёс (рис. 6), центр величины машины (ЦВМ) (центр тяжести объёма воды, вытесненной судном, то есть центр тяжести подводного объема машины) ниже центра тяжести, что положительно влияет на остойчивость (чем ЦВМ ниже центра тяжести, тем выше остойчивость) [3]. Также для выравнивания осадки машины на задней части дополнительно установлен понтон.

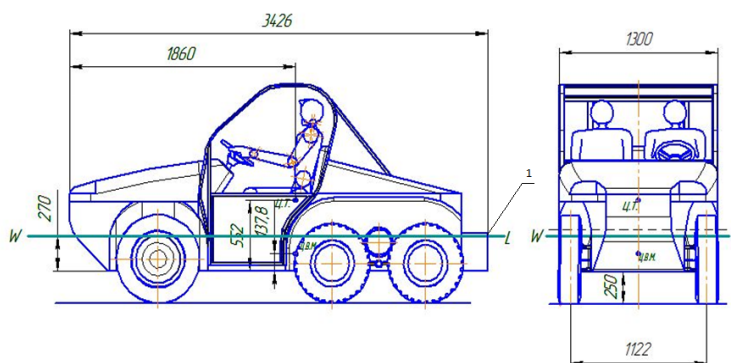


Рис. 6. Расположение ватерлинии проектируемой машины при полной массе:
WL – ватерлиния, ЦТ – центр тяжести машины,
ЦВМ – центр величины машины; 1 – понтон.

При полном погружении колес в воду колесный движитель будет не эффективен, также не эффективен и водный лопастной движитель. Поэтому был спроектирован лопастной водный движитель с переменным углом атаки (рис. 7). Механизм состоит из трех основных механизмов: гребные лопасти, корпус механизма и центральная ступица с пазом (механическим программиро-

ванием движения гребной лопатки), направляющим лопатки. При этом лопатка вставляется в направляющую корпуса и в паз центральной ступицы, который жестко фиксируется на ступичной гайке оси колеса. При вращении колеса корпус вращается вместе с ним, перемещая лопатку в пазу, тем самым изменяя угол ее атаки.

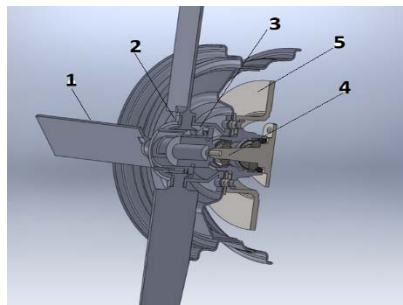


Рис. 7. Лопастной водный движитель с переменным углом атаки, разрез механизма:
1 – гребная лопатка, 2 – корпус механизма, 3 – центральная ступица с пазом,
4 – ось колеса, 5 – тормозной диск

Проектируемый автомобиль обладает высокой проходимостью (опорной и сцепной) за счет применения роliko-фрикционного привода колес. Пространственная конструкция несущей системы позволяет повысить пассивную безопасность ТС при сравнительно малых массово-габаритных размерах и придать свойство амфибийности, к тому же лопастной водный движитель с переменным углом атаки позволил повысить скорость движения по водным преградам до 5–7 км/ч. Простота конструкции и применение сравнительно недорогих стандартных агрегатов дает предпосылки к низкой себестоимости машины, что, в свою очередь, повышает ее конкурентоспособность на рынке ТС данного класса.

Список литературы

1. Агейкин А. С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М. : Машиностроение, 1972. 184 с.
2. Дементьев Ю. В., Щетинин Ю. С. САПР в автомобиле- и тракторостроении / под общ. ред. В. М. Шарипова. М. : Академия, 2004. 224 с.
3. Степанов А. П. Конструирование и расчет плавающих машин. М. : Машиностроение, 1983. 200 с.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ ДЛЯ ИМС ИНОСТРАННОГО ПРОИЗВОДСТВА*

А.Д. Иванова, Д.В. Терлецкий[†]

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

Оценка показателей надежности радиоэлектронных устройств (РЭУ) является главным условием для проектирования аппаратуры. Актуальность задач по расчету надежности заключается в том, что они отвечают на вопрос о необходимости дальнейших затрат, требуемых на отработку технологии и производство радиоэлектронных устройств.

При проектировании автоматизированного измерительного комплекса для контроля и настройки миниатюрных высокоселективных полосно-пропускающих СВЧ-фильтров в рамках выполнения прикладных научных исследований сотрудники лаборатории «Системы навигации, управления и связи» ФГАОУ СФУ столкнулись с трудностями, связанными с расчетом показателей надежности входящих в комплекс устройств иностранного производства. Эти трудности обусловлены отсутствием данных об элементах зарубежного производства, входящих в состав данного измерительного комплекса, а также из-за отсутствия адаптированной к этим условиям системы автоматизированного расчета показателей надежности устройств. В результате этого были начаты работы по созданию автоматизированной системы расчета показателей надежности РЭУ, которая бы позволила сократить время на решения задачи по оценке надежности в указанных условиях [1].

Основу расчета показателей безотказности РЭУ составляют математические модели расчета эксплуатационной безотказности элементов. При уточнении и описании моделей использованы справочники по надежности, разработанные в Российской Федерации, справочники и стандарты по прогнозированию надежности электронного оборудования, используемые в настоящее время в США, Китае, Франции и Великобритании [2].

Для автоматизации прогнозирования эксплуатационной интенсивности отказов, была разработана программа, осуществляющая расчет по моделям для следующих ИМС:

- 1) микросхемы цифровые;
- 2) микросхемы аналоговые;
- 3) программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС);
- 4) микропроцессоры;

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение № 14.575.21.0142, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57517X0142

[†] © Иванова А.Д., Терлецкий Д.В., 2019

- 5) микросхемы памяти;
- 6) микросхемы GaAs СВЧ (GaAs ММІС), ИМС арсенидо-галлиевые на основе полевых транзисторов и металлизации золотом;
- 7) ИМС сверхбольшой степени интеграции (более 60 000 логических ячеек – вентиляей);
- 8) микросхемы ПАВ.

Программа написана на языке программирования С++, совместима со всеми операционными системами и проста в использовании.

При расчете показателей надежности для изделий иностранного производства необходимо согласно спецификации на изделие указать данные, которые известны при производстве ИМС.

Рассмотрим функционирование программы на примере расчета эксплуатационной интенсивности отказов для аналоговых микросхем иностранного производства. Данный расчет производится по следующей математической модели:

$$\lambda_{\text{э}} = (\lambda_{\text{кр}} * K_t + \lambda_{\text{корп}} * K_E) * K_Q * K_L. \quad (1)$$

При запуске программы высвечивается главное меню (рис. 1), где пользователю необходимо указать вид ИМС, в нашем случае это аналоговые микросхемы.



Рис. 1. Окно главного меню

Далее всплывает окно, в котором нам необходимо выбрать коэффициенты характеризующие выбранную ИМС (рис. 2)

На рис. 3 показано окно для выбора коэффициента качества.

Когда все параметры указаны, пользователю необходимо нажать на кнопку «Рассчитать» и программа по необходимой математической модели произведет расчет эксплуатационной интенсивности отказов. После чего высветится окно с результатом (рис. 4).

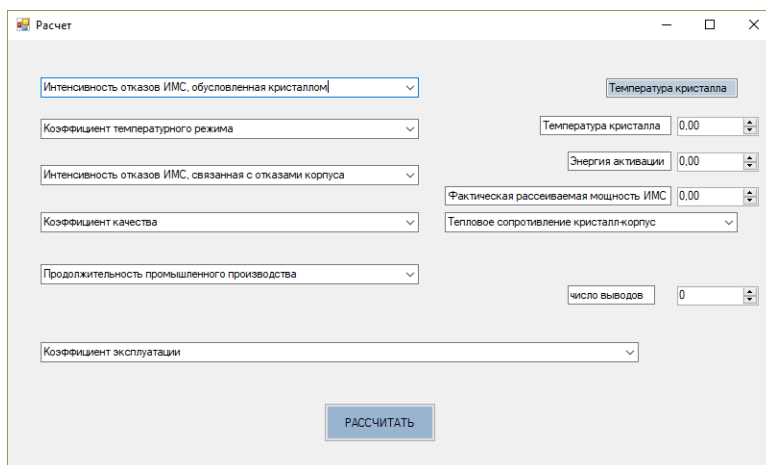


Рис. 2. Окно с выбором данных для расчета

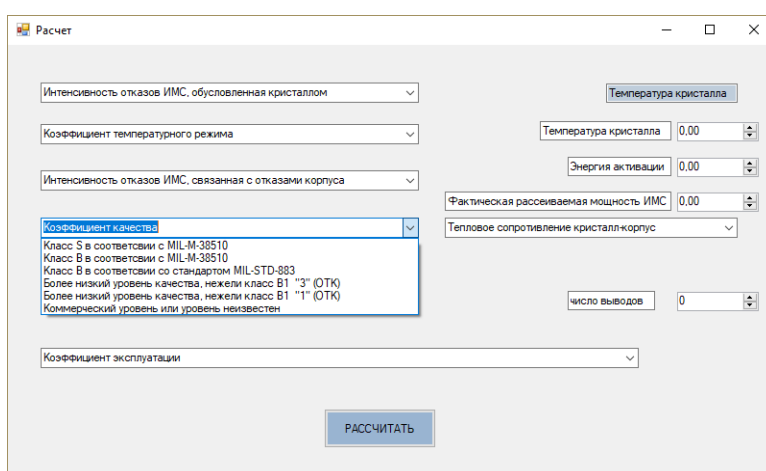


Рис. 3. Окно для выбора коэффициента качества

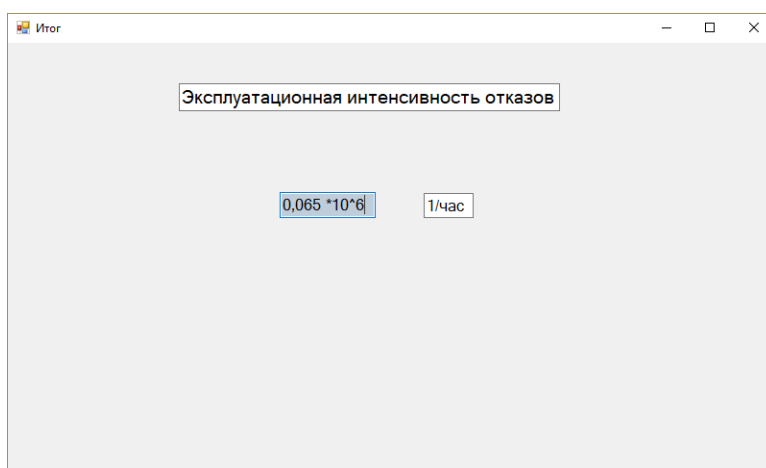


Рис. 4. Окно с результатом расчета эксплуатационной интенсивности отказов

Таким образом программа является универсальным инструментом для прогнозирования эксплуатационной интенсивности отказов для ИМС иностранного производства.

Список литературы

1. Боровиков С. М., Цырельчук И. Н., Троян Ф. Д. Расчёт показателей надёжности радиоэлектронных средств : учеб.-метод. пособие /; под ред. С. М. Боровикова. Минск : БГУИР, 2010. 68 с.
2. Надёжность электрорадиоизделий. Справочник. М. : 22 ЦНИИИ МО РФ, 2006. 641 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВРАЩЕНИЯ РЛС 22Ж6ММ**М.В. Ильина, И.А. Швед, А.В. Назаров***Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент*Сибирский федеральный университет*

Опыт локальных войн, которые прошли в конце XX в., показывает, что для подавления радиолокационных станций обнаружения широко используются различного рода активные помехи. Поэтому изыскание возможностей повышения эффективности радиолокационных станций обнаружения (РЛСО) в условиях воздействия помех является актуальной задачей.

Вопросам воздействия активных шумовых помех на РЛС посвящено много работ. Но средства создания помех непрерывно совершенствуются, увеличивается мощность передатчиков помех, сокращается дальность радиолокационного наблюдения.

Одним из возможных путей защиты РЛСО от АШП является увеличение количества отраженных от целей сигналов за счет изменения скорости вращения антенны станции [1]. Для РЛСО с некогерентным накоплением отношение сигнал помеха ($K_{сп}$) по напряжению на входе приёмника определяется соотношением:

$$K_{cn} = \sqrt{\frac{P_c}{P_n}} * N, \quad (1)$$

где P_c – мощность сигнала; P_n – мощность помехи; N – количество импульсов в пачке.

Известно, что чем больше коэффициент $K_{сп}$, тем больше дальность радиолокационного обнаружения.

Принято считать летающие воздушные объекты (самолеты, вертолеты и т. д.) точечной целью. При этом количество отраженных от целей сигналов определяется по формуле:

$$N = \frac{\Delta\beta_{0.5} * F_n}{6 * n_\alpha}, \quad (2)$$

где $\Delta\beta_{0.5}$ – ширина ДНА в радианах; F_n – частота повторения импульсов; n_c – частота сигнала.

В РЛС 22Ж6ММ нет возможности изменения скорости вращения антенны, она является постоянным значением 6 об/мин.

* © Ильина М.В., Швед И.А., Назаров А.В., 2019

Для изменения скорости вращения антенны предлагается модернизировать систему вращения РЛС с целью возможности управления скоростью вращения антенн.

Аппаратура привода вращения и масштабных азимутальных импульсов (МАИ) станции 22Ж6ММ осуществляет равномерное одностороннее вращение антенно-поворотного устройства (АПУ) в азимутальной плоскости и формирования масштабных азимутальных импульсов и отметок «Север» (ОС) [2].

Привод вращения обеспечивает вращение кабины прицепа 6ГГ1 (6ГГ2) с частотой $(6 \pm 0,3)$ об/мин с использованием двух электродвигателей переменного тока. Мощность каждого электродвигателя 15 кВт. Это позволяет обеспечивать стабильность частоты вращения АПУ при скорости ветра до 25 м/с и в холодное время года [3, 4].

Управление вращением происходит с пульта управления РЛС 22М6ЮП01 прицепа БРР.

Для системы вращения необходим двигатель, который будет обладать следующими свойствами:

- высокая надёжность;
- легкость в эксплуатации и в ремонте;
- широкий диапазон перестройки скорости вращения ротора.

Можно выделить следующие достоинства двигателей постоянного тока, которые будут играть роль при использовании их в радиолокационных станциях:

- у двигателей постоянного тока высокий показатель надежности;
- у двигателей постоянного тока высокий показатель ремонтпригодности;
- двигатели постоянного тока просты в эксплуатации;
- практически линейные механическая и регулировочная характеристики двигателя;
- хорошие пусковые свойства (большой пусковой момент);
- у двигателей постоянного тока большой диапазон плавного регулирования скорости вращения ротора.

Для модернизации системы вращения РЛС 22Ж6 предлагается заменить трехфазный асинхронный двигатель ДМ 160L40M5 мощностью 15 кВт, на электродвигатель постоянного тока 4ПФ132L с мощностью 20 кВт и напряжением питания 220 вольт.

Для управления скоростью вращения предлагается использовать тиристорную схему управления (рис. 1).

Управление вращением происходит с пульта управления РЛС 22М6ЮП01 прицепа БРР. После нажатия кнопки «Вкл. Вращ.» на пульте управления команда поступает на блок 884УА01, где происходит включение контакторов обеспечивающих подачу напряжения к электродвигателям привода вращения. Для питания двигателя необходимо использовать понижающий силовой трансформатор 380/220 в и трехфазный диодный выпрямитель, построенный по схе-

ме Ларионова. Для ступенчатой регулировки скорости вращения предлагается тиристорный регулятор напряжения, представленный на рис. 1.

На графике зависимости дальности обнаружения от скорости вращения антенны (рис. 2) видно, что при скорости вращения антенны 1 об/мин дальность обнаружения намного выше, чем при скорости 6 об/мин. Следовательно, скорость вращения антенны оказывает существенное влияние на дальность обнаружения РЛС.

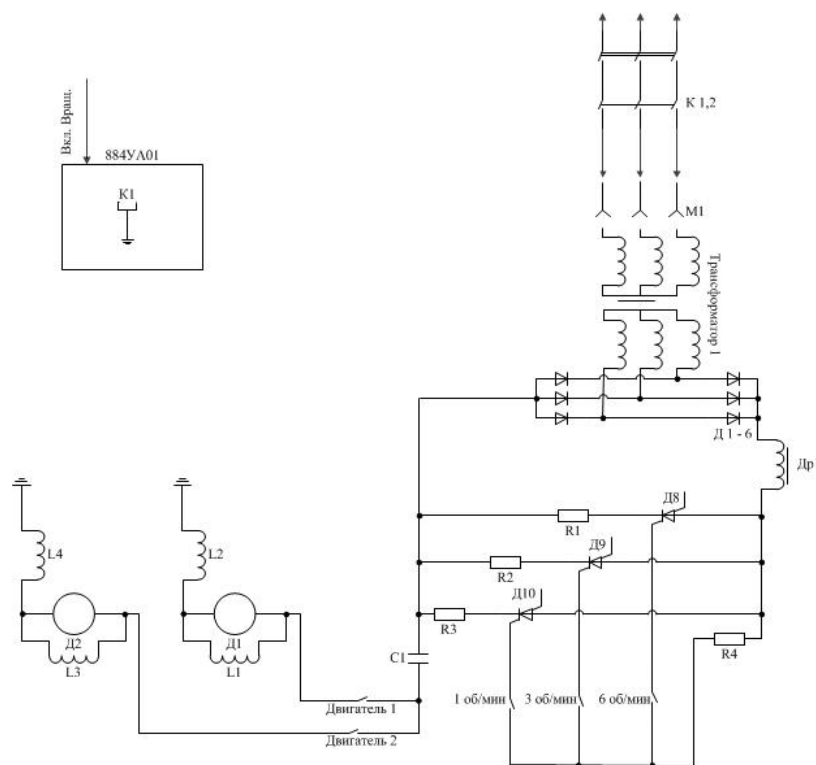


Рис. 1. Принципиальная схема устройства управления скоростью вращения антенны РЛС 22Ж6

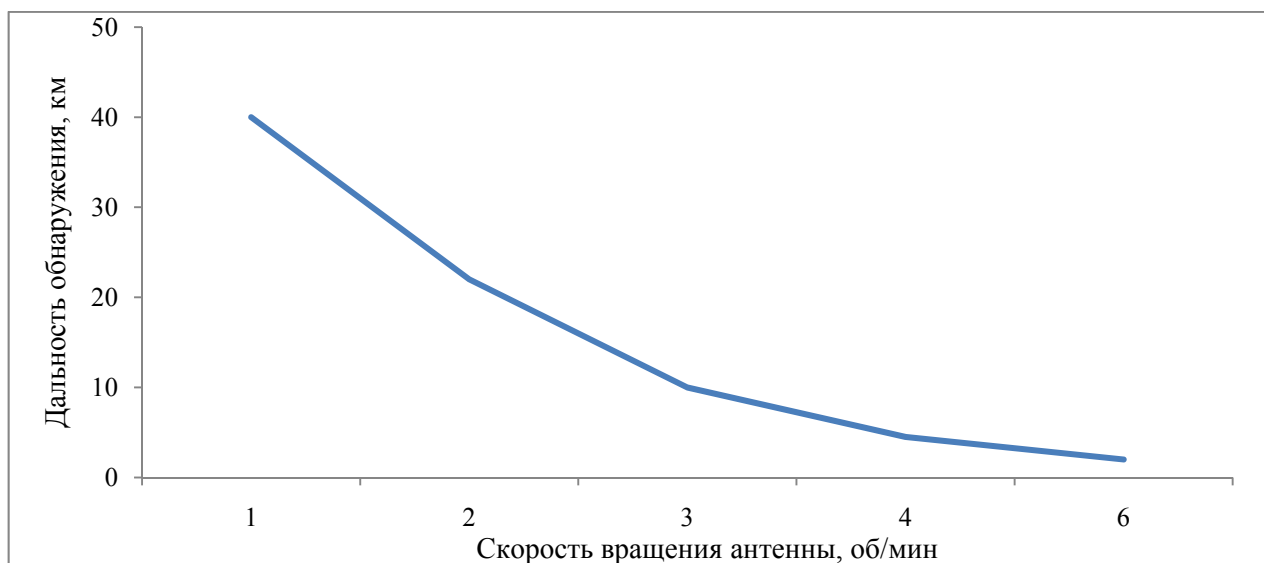


Рис. 2. Графике зависимости дальности обнаружения от скорости вращения антенны

Проанализировав работу данной схемы (рис. 1), можно сделать вывод, что схема позволяет не только увеличить дальность обнаружения РЛС 22Ж6ММ путем изменения скорости вращения антенны, но и улучшить характеристики помехозащищённости РЛС при воздействии АПП.

Список литературы

1. В. Н. Тяпкин, А. Н. Фомин, Е. Н. Гарин [и др.] Основы построения радиолокационных станций : учебник / под общ. ред. В. Н. Тяпкина. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2011.

2. ИЗДЕЛИЕ 22Ж6ММ. Руководство по эксплуатации. Часть 2. Описание и работа составных частей. АУЕ1.640.005-14 РЭ1.

3. ИЗДЕЛИЕ 22Ж6ММ. Руководство по эксплуатации. Часть 3. Шкафы и блоки прицепа 6ГГ1(6ГГ2). АУЕ1.640.005-14 РЭ2.

4. Устройство РЛС (РЛК) РТВ ВКС. Радиолокационная станция 22Ж6ММ. [Электронный ресурс] : альбом схем и рисунков / А. Б. Гладышев [и др.]. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018.

ПРОГРАММА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ М-ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ*

М.В. Колядин, М.А. Голубятников, Н.В. Копылов[†]

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

Широкополосные сигналы используются во многих цифровых системах. Такие сигналы позволяют обеспечивать высокую помехоустойчивость по отношению к мешающим сигналам, снизить плотность энергии сигналов в каналах передачи и эффективно бороться с интерференцией сигналов. В настоящее время они используются во многих системах множественного доступа, в том числе и в спутниковых системах связи, позволяющих использовать одну частотную полосу для одновременной передачи сигналов различных пользователей [1].

Широкополосные сигналы получили такое название потому, что полоса частот, используемая для передачи сигнала, намного шире минимальной, необходимой для передачи информации. В современных спутниковых системах связи используются широкополосные сигналы на основе кодовых М-последовательностей. Формирование псевдослучайного кода в приемнике и на спутнике осуществляется путем формирования М-последовательности, псевдослучайной двоичной последовательности, порожденной регистром сдвига с линейной обратной связью и имеющей максимальный период [2].

Целью статьи является описание программы, разработанной в программной среде LabView, с использованием части кода на высокоуровневом языке C++, в которой имеется возможность:

- создавать кодовые псевдослучайные последовательности (ПСП) на основе различных полиномов;
- раскладывать созданные ПСП на спектральные составляющие;
- исследовать автокорреляционные свойства ПСП;
- исследовать взаимно корреляционные свойства различных кодовых последовательностей.

Блок из C++ используется в целях повышения быстродействия при работе с большим диапазоном чисел, актуальность которого проявляется при генерации сигналов бортового информационно-навигационного комплекса ГЛОНАСС. Среда LabView удобна для исследования корреляционных характеристик кодовых последовательностей и оптимального выбора псевдослучайной последовательности ретрансляционного сигнала, исходя из назначения и тре-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.578.21.0247, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0247).

[†] © Колядин М.В., Голубятников М.А., Копылов Н.В., 2019

буемых характеристик проектируемой системы. Также Labview поддерживает работу с оборудованием компании National Instruments, поэтому в перспективе планируется передача результатов работы в стендовую аппаратуру для излучения сигнала, разработанного в данной программе.

Структура разработанной программы представлена на рис. 1. Она состоит из четырех функциональных блоков. В блоке «Задание параметров» представлен программный интерфейс. В нём входными данными являются степени полинома для формирования ПСП, количество сдвиговых регистров, задержка, необходимая для изучения автокорреляционных свойств последовательности. Также присутствует возможность выбора вида ПСП: М-последовательность, последовательность Голда, последовательность Касами.

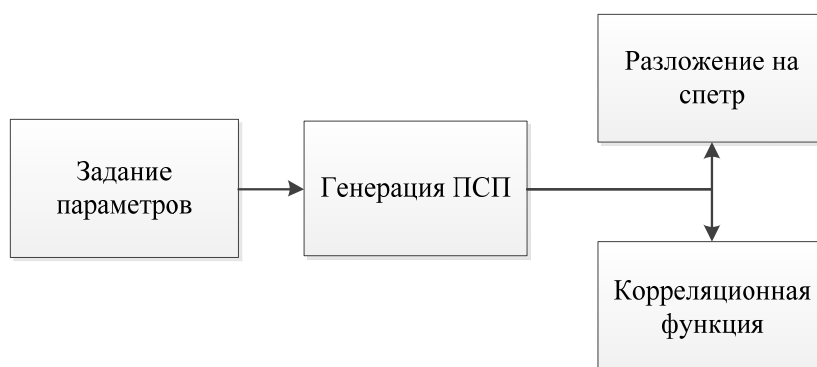


Рис. 1. Схема работы программы

Блок «Генерация ПСП» состоит из программного кода на С++ подключённого к программе с помощью функции «Call function». В данную функцию подаются параметры, введенные пользователем в программном интерфейсе, и в коде С++ создается последовательность 0 и 1 размером $2^{(n-1)}$, передаваемая в блоки «Разложение на спектр» и «Корреляционная функция». Данные блоки реализованы при помощи встроенных функций «Spectral Measurements» и «AutoCorrelation». Информация с блоков уходит на соответствующие графики, как показано на рис. 2.

Результат работы программы показан на рис. 3. В качестве примера работы заданы следующие значения:

- М-последовательность: Полином: $x^{10} + x^3 + 1$ (10 3 0);
- последовательность Голда;
- 1-я последовательность: Полином: $x^{10} + x^3 + 1$ (10 3 0);
- 2-я последовательность: Полином: $x^{10} + x^8 + x^5 + x + 1$ (10 8 5 1 0).

Таким образом, представленная в работе программа позволяет наглядно сформировать заданную любым полиномом ПСП на основе М-последовательности и кода Голда. Кроме того, она позволяет на этапе проектирования сравнить их автокорреляционные функции и в результате принять решение о применении той или иной ПСП в ретрансляционных сигналах. В дальнейшем планируется применение сгенерированных и промоделированных сигналов в аппаратуре National Instruments.

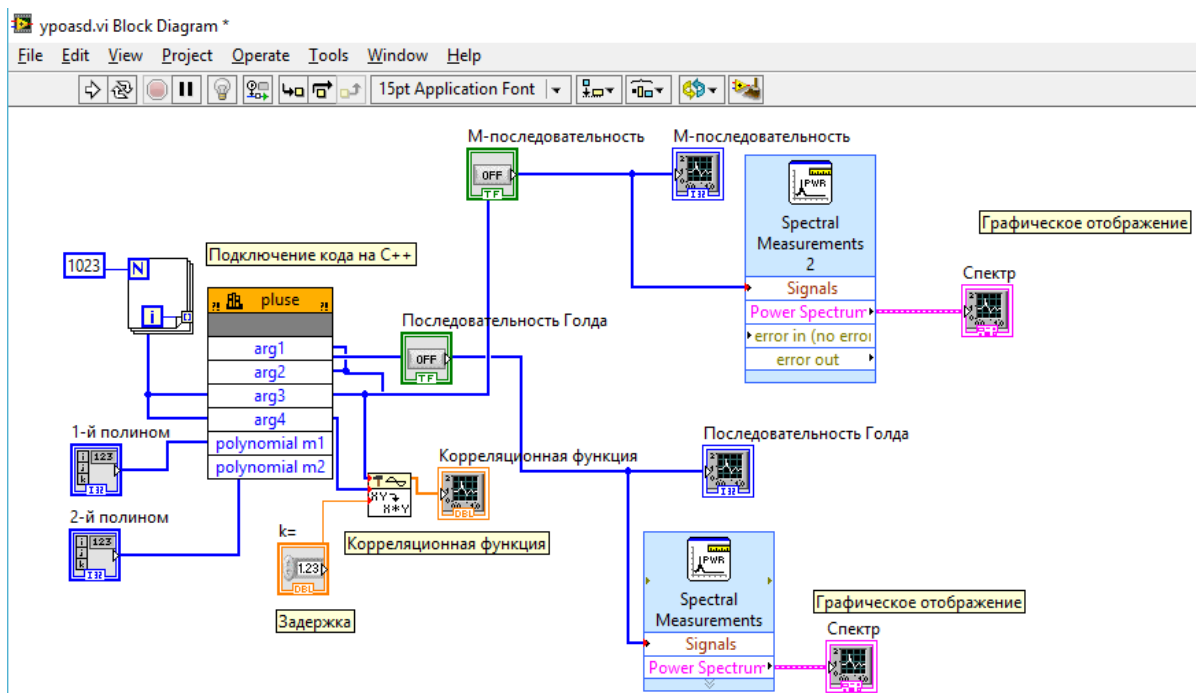


Рис. 2. Структура программы в LabView

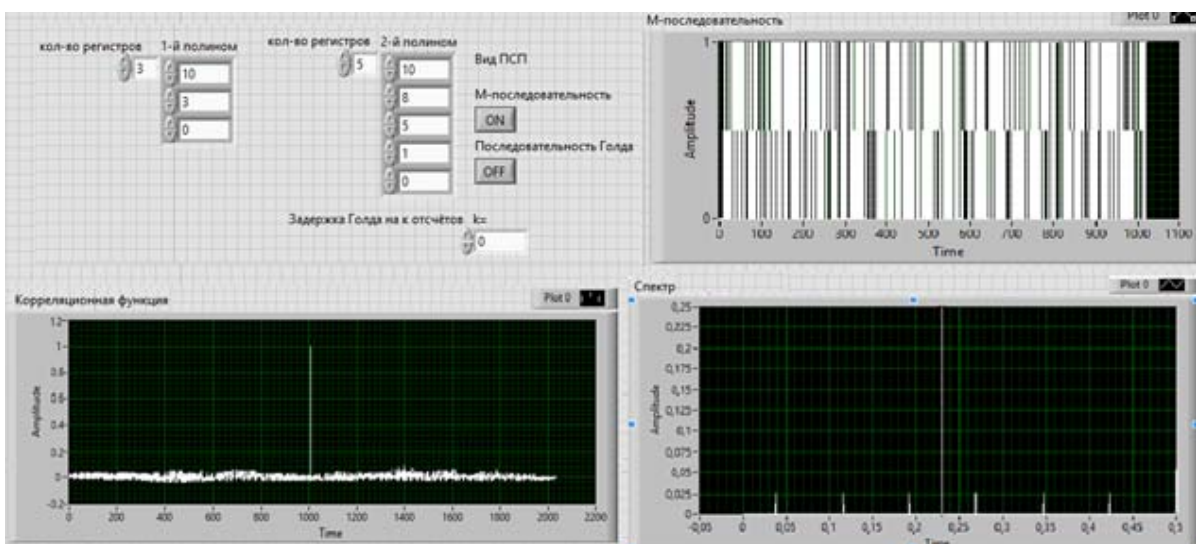


Рис. 3. Результат работы программы

Список литературы

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / под ред. А. И. Перова, В. Н. Харисова. Изд. 4-е, перераб. М. : Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Ахмед Н., Рао К. Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов : пер. с англ. / под ред. И. Б. Фоменко. М. : Связь, 1980. 248 с.

**РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЛИНИИ
«КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ –
НАЗЕМНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ»***

Н.В. Копылов, М.А. Голубятников[†]

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

Целью данной работы является определение минимальных энергетических характеристик радиолинии «Космический аппарат (КА) – Наземный измерительный пункт (НИП)» без учета коэффициента битовых ошибок, а также условий помеховой обстановки с помощью компьютерной программы на базе Matlab.

Одна из важных задач при расчете энергетических характеристик радиолиний – нахождение требуемого коэффициента усиления приемной антенны ($G_{пр}$), который обеспечивает максимальное значение полезного сигнала на приеме [1]. Для более точного решения этой задачи необходимо учитывать влияние многих факторов, таких как: коэффициент усиления передающей антенны, затухание сигнала в свободном пространстве, рассеяние и поглощение волн в тропосфере [2]. Требуемый коэффициент усиления приемной антенны определяется следующим выражением [3] (в дБ):

$$10 \lg(G_{пр}) = 10 \lg\left(\frac{P_c}{P_{ш}}\right) - 10 \lg(P_{пер}) - 10 \lg(G_{пер}) + 10 \lg(k) + 10 \lg(\Delta f) + 10 \lg(T_{шэкв}) + 10 \lg(L) + 10 \lg(V_{тр}), \quad (1)$$

где $\frac{P_c}{P_{ш}}$ – отношение сигнал/шум на входе приемного устройства, $P_{пер}$ – мощность передающего устройства, $G_{пер}$ – коэффициент усиления передающего устройства, k – постоянная Больцмана, $T_{шэкв}$ – эквивалентная шумовая температура приемного устройства, L – затухание сигнала в свободном пространстве, $V_{тр}$ – затухания, вносимые тропосферой.

С целью определения коэффициента усиления передающей, приемной антенны, затухания и поглощения волн в тропосфере был разработан программный модуль в программной среде Matlab (рис. 1). С помощью данного модуля можно быстро и эффективно рассчитать и провести анализ энергетических характеристик радиолинии «КА – НИП».

Возможности программного модуля представлены на примере расчета энергетических характеристик межспутниковой радиолинии (МРЛ) при приеме ее НИП [4].

* © Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.578.21.0247, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0247).

[†] © Копылов Н.В., Голубятников М.А., 2019

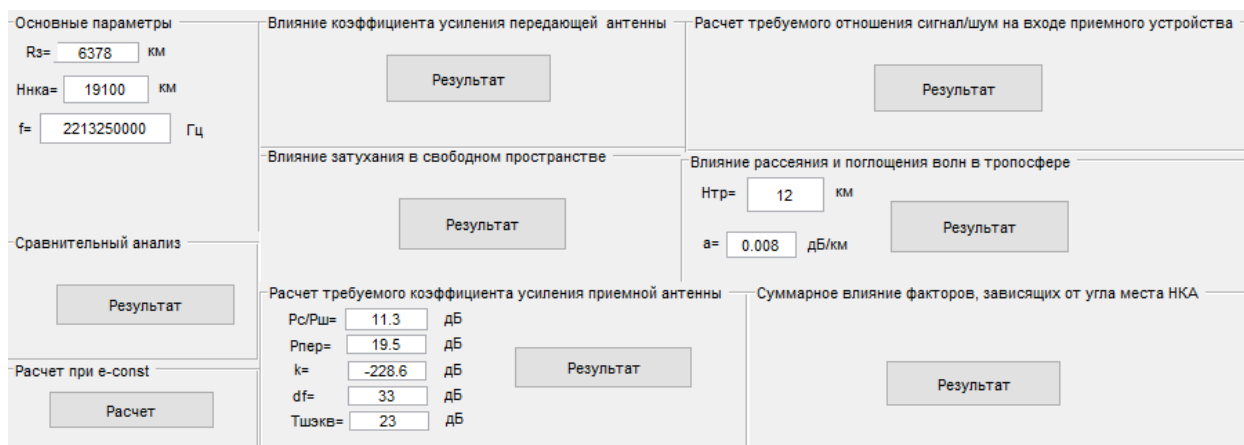


Рис. 1. Программный модуль

Проведем анализ факторов, которые влияют на коэффициент усиления приемной антенны:

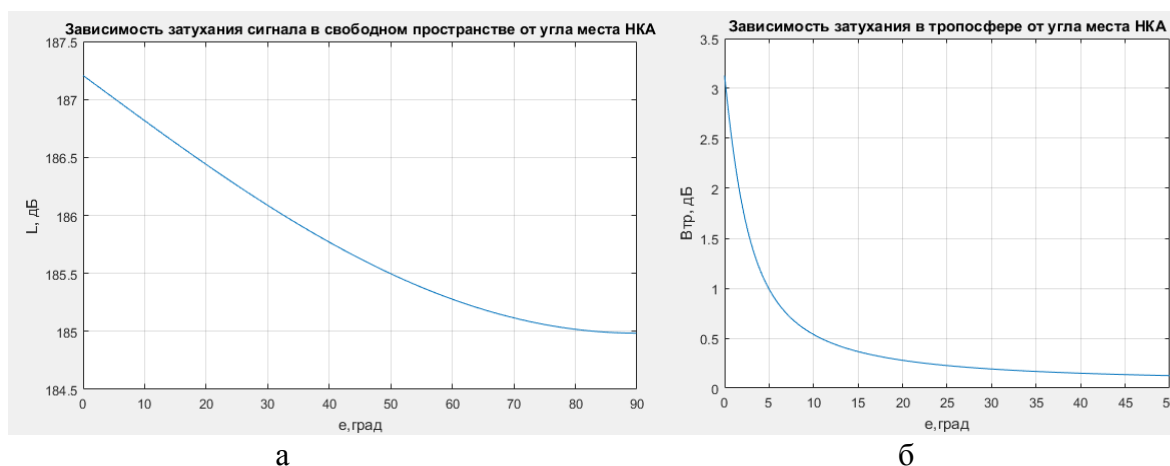


Рис. 2. Зависимость затухания сигнала: а – в свободном пространстве; б – в тропосфере от угла места НКА

На рис. 2, а видно, что зависимость затухания в свободном пространстве от угла места является нелинейной и быстро уменьшается с увеличением угла места НКА. Наименьшие потери будут в случае, когда НКА будет наблюдаться в зените, то есть под углом места $\epsilon=90^\circ$. Анализируя рис. 3, б, можно заметить, что потери на рассеяние и поглощение в тропосфере резко снижаются при увеличении угла места более $\epsilon=10^\circ$

На рис. 3, а показано суммарное влияние затухания в свободном пространстве, затухания в тропосфере и коэффициента усиления передающей антенны МРЛ в зависимости от угла места НКА. Из графика можно сделать вывод, что наиболее низкие потери наблюдаются на углах места от 15° до 30° .

Таким образом, рассчитав зависимости коэффициента усиления приемной антенны от угла места (рис. 3, б), наглядно видно, что прием сигнала МРЛ будет оптимальным при углах места НКА $15\text{--}30^\circ$. Это связано с наименьшими потерями на данных углах места, а также с уменьшением коэффициента усиления

ния передающей антенны на больших углах места. Созданный программный модуль позволяет эффективно и наглядно вычислять автоматизированным способом энергетические характеристики радиолинии.

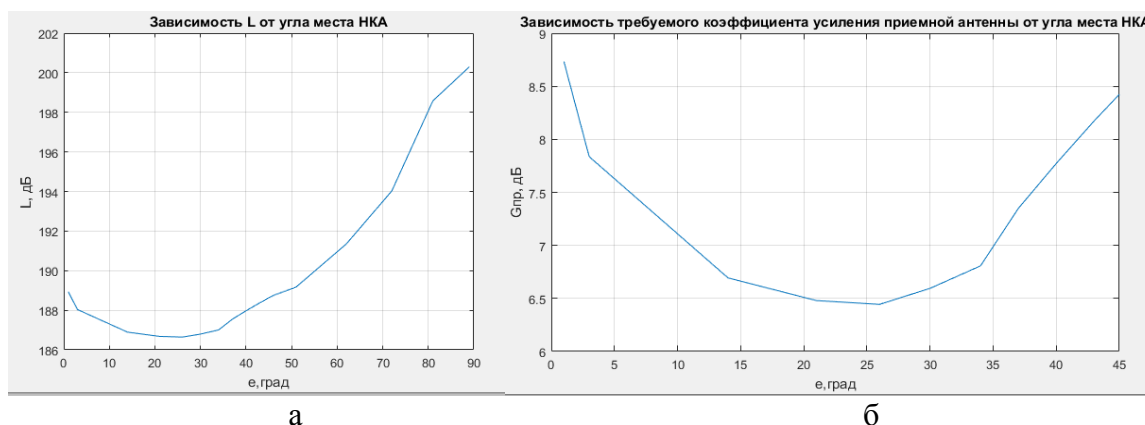


Рис. 3. Зависимость: а – L_{Σ} от угла места НКА; б – требуемого коэффициента усиления приемной антенны от угла места НКА

Список литературы

1. Радиоэлектронные системы : Основы построения и теория. Справочник. / под ред. Я.Д. Ширмана. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Радиотехника, 2007. 512 с.
2. Долуханов М. П. Распространение радиоволн : учеб. для вузов. М. : Связь, 1972. 336 с.
3. Казаринов Ю. М. Радиотехнические системы : учебник для студ. высш. учеб. заведений. М. : Академия, 2008. 592 с.
4. Дмитриев Д. Д., Ратушняк В. Н., Гладышев А. Б., Кремез Н. С. Программно-аппаратный комплекс моделирования процессов позиционирования и измерения пространственной ориентации космических аппаратов на геостационарной орбите // Успехи современной радиоэлектроники. 2016. № 11. С. 141–144.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АНТЕНН
С КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИЕЙ В ФАР
ПО НАИЛУЧШЕМУ ПОКАЗАТЕЛЮ НАПРАВЛЕННЫХ СВОЙСТВ
В ПСЕВДОСПУТНИКАХ**

А.А. Корякова, М.А. Голубятников*

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

Псевдоспутник является радиомаяком, имеющим точную топографическую привязку к местности и излучающим сигналы, подобные по структуре сигналам Глобальной навигационной спутниковой системе. В данной работе проведено исследование антенн с круговой поляризацией в составе фазированной антенной решетки (ФАР) для применения в псевдоспутниках [1].

Антенны с круговой поляризацией нашли применение в технике космической связи, поскольку в ряде случаев поляризация принимаемого сигнала может быть случайной, например, от объектов, положение которых в пространстве изменяется или может быть произвольным (такими объектами могут быть самолёты, ракеты, спутники и т.д.).

Использование круговой поляризации в системах навигации обусловлено, во-первых, лучшей защищенностью от отраженных паразитных волн, во-вторых, отсутствием необходимости учитывать положение передающей и приемной антенны относительно плоскости поляризации.

В данной работе были рассмотрены одни из самых популярных антенн с круговой поляризации [2]: спиральная, рупорная и прямоугольная полосковая.

Из-за высокой добротности спиральных антенн их полоса пропускания очень мала, и межвитковое расстояние оказывает на характеристики антенн значительное влияние. Большим недостатком спиральных антенн является их высокая чувствительность к любым предметам, подносимым к антенне.

Рупорные антенны очень широкополосны и весьма хорошо согласуются с питающей линией, для этих антенн характерен малый уровень задних лепестков диаграммы направленности.

Прямоугольная полосковая антенна обладает простейшей конструкцией, узкополосна, но специальные технические решения позволяют расширить рабочую полосу частот.

Критериями выбора наиболее подходящей антенны для ФАР были:

- максимально возможная дальность излучения, при одинаковой мощности на излучателях;
- минимальный уровень боковых лепестков диаграммы направленности (ДН) ФАР;
- наибольшее значение коэффициента излучения антенны.

* © Корякова А.А., Голубятников М.А., 2019

Для моделирования ФАР был выбран модуль Antenna Magus из программного пакета CST STUDIO SUITE 2017 [3].

Была смоделирована плоскостная ФАР размерности 3×3 , элементами которой являлись рассматриваемые антенны. Расстояние между излучателями d рассчитывалось исходя из ограничений, обусловленных использованием ФАР в псевдоспутниках (длина волны $\lambda \approx 187,27$ мм).

$$d = \frac{\lambda}{2} = \frac{187,27}{2} = 93,635 \text{ мм.}$$

На рис. 1 представлены диаграммы направленности трех излучателей.

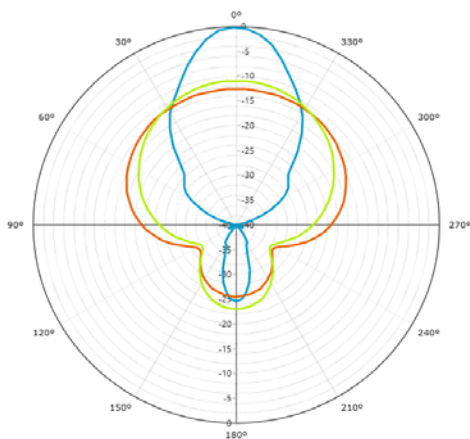


Рис. 1. Диаграммы направленности излучателей:
оранжевая линия – спиральная антенна, синяя – рупорная антенна,
зеленая – прямоугольная полосковая антенна

На рис. 2 представлены нормализованные диаграммы направленности трех ФАР с разными излучателями.

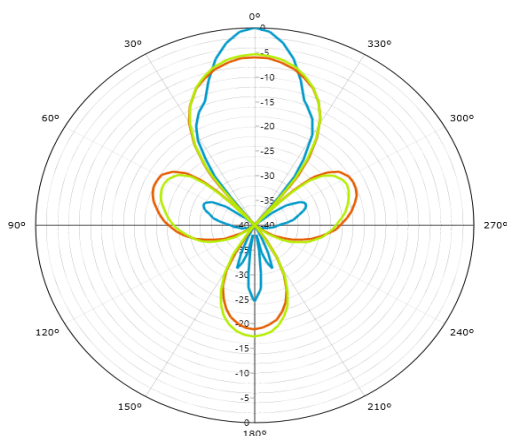


Рис. 2. Диаграммы направленности ФАР:
оранжевая линия – спиральная антенна, синяя – рупорная антенна,
зеленая – прямоугольная полосковая антенна

Результаты моделирования диаграмм направленности ФАР отображены в таблице.

На основании результатов моделирования можно сделать вывод о целесообразности использования рупорных антенн в качестве излучателей в ФАР псевдоспутников ввиду их узкой диаграммы направленности и низкого уровня боковых лепестков. Иными словами, такие антенны являются наиболее подходящими под критерии выбора среди рассмотренных антенн.

Таблица

Параметры ДН ФАР

Параметры	Спиральная антенна	Рупорная антенна	Прямоугольная полосковая антенна
Коэффициент усиления, дБи	14,26	20,24	14,86
Ширина ДН по уровню 3 дБ	35,13	17,17	33,60
Уровень боковых лепестков, дБи	0,32	-9,37	-1,08

Список литературы

1. Gladyshev A. B., Dmitriev D. D., Veisov E. A., Tyapkin V. N. A hardware-software complex for modelling and research of near navigation based on pseudolites // Journal of Physics: Conference Series. 2017. Т. 803. № 1. С. 012048.
2. Воскресенский Д. И., Гостюхин В. Л., Максимов В. М. [и др.] Устройства СВЧ и антенны. Изд. 3-е испр. и доп. М. : Радиотехника, 2008. 384 с.
3. Курушин А. А. Проектирование СВЧ устройств в CST STUDIO SUITE. М. : Солон-Пресс, 2018. 428 с.

МОБИЛЬНЫЕ АВТОНОМНЫЕ ПОСТАНОВЩИКИ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

Д.А. Кудрявцев*

Научный руководитель В.Н. Ратушняк
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Радиоэлектронное подавление (РЭП) радиолокационных станций (РЛС) является частью информационной войны, которая ставит перед собой цели срыва информационного обеспечения противника. В ходе операций в Югославской войне проводились мощные помехозаградительные и прицельные подавления РЛС Югославии государственного и военного назначения. Основными средствами подавления в операции РЭБ являлись самолеты ЕС-130Н и ЕА-106В, которые действовали за пределами зоны противовоздушной обороны ПВО Югославии, а также практически все тактические истребители [1].

Опыт в войне в Югославии показал, что необходимо владеть искусством противоборства двух сторон в войне, со стороны первой – эффективности подавления РЛС, со стороны второй – защиты от активных помех, либо перехода на пассивную радиолокацию и постоянно совершенствовать технику по эффективному подавлению или защиты от помех. РЭП, являющееся составной частью радиоэлектронной борьбы (РЭБ), показывает огромную эффективность в проведение операций по подавлению РЛС.

Целью данной статьи является рассмотрение вопросов применения мобильных автономных ПАП для эффективного подавления РЛС.

В настоящее время для преодоления системы ПВО на самолетах тактической и стратегической авиации установлены разведывательная аппаратура, станции постановки активных помех, радиолокационные ИК ловушки и противорадиолокационные отражатели. Все это, с одной стороны, привело к сокращению боевой нагрузки самолетов, а с другой – сделало самолеты такими мощными излучателями электромагнитной энергии, что появилась возможность их обнаружения и поражения самонаводящимися на эти излучения ракетами намного раньше и точнее, чем с помощью командных радиолокационных систем наведения [1].

Так, один из способов снижения мощного электромагнитного излучения самолетов и уменьшения воздействия электромагнитного излучения на пилотов – массовое применение малогабаритных передатчиков помех одноразового использования, забрасываемых в районы расположения РЛС противника.

РЭП обеспечивается созданием активных и пассивных помех, применением ложных целей, ловушек и другими способами. Эффект подавления достигается за счет превышения мощности помехи над мощностью сигнала на входе приемного устройства, подавляемой РЛС либо за счет выбора параметров по-

* © Кудрявцев Д.А., 2019

меховых сигналов (соответствующей модуляции помехового сигнала) [2]. Активные помехи создаются при помощи специальных передающих устройств, которые в свою очередь имеют генератор шума (ГШ).

Полезный сигнал для РЛС нельзя полностью убрать или прикрыть, его можно замаскировать помехой, или произвести имитацию несуществующей цели. Отсюда по характеру воздействия на РЛС противника подразделяются на маскирующие (подавляющие) и имитирующие, преподносящие дезинформацию противнику. Маскирующие создаются при помощи ГШ, которые генерируют хаотическую шумовые сигналы. В зависимости от ширины спектра частоты их подразделяют на прицельные, имеющие ширину спектра, соизмеримую с полосой пропускания приёмника РЛС противника, которая определяется усилителем промежуточной частоты (УПЧ) приемника РЛС и заградительные, «перекрывающие» определённый участок радиочастотного более обширного диапазона. Соответственно, заградительная помеха требует более мощного передатчика ПАП, в отличие от прицельной.

В качестве генератора шума в станции для создания заградительных помех РЛС применяется тиратрон – ГШ. При воздействии шумовой помехи происходит маскировка отметок целей на экранах индикаторов РЛС, что приводит к уменьшению вероятности обнаружения цели и повышению вероятности ложной тревоги. Для того чтобы исключить отстройку РЛС противника от помехи несущая частота помехи непрерывно изменяется в пределах рабочего диапазона станции по случайному закону. По видам настройки есть настраиваемые как автоматически, так и в ручном режиме. Также могут закрепляться и запускаться с управляемой ракеты.

При автоматическом режиме принцип заключается в следующем: после включения станция сама анализирует радиолокационную обстановку. Если фиксируется облучение от РЛС противника, блок анализатора определяет его рабочую частоту и мощность. Затем передатчики генерируют на данной частоте помехи необходимой мощности. Определённый интервал времени (примерно 2,5–3 мин.) она излучает помехи, потом прекращает и снова анализирует сигнал РЛС. Если противник начинает менять частоту излучения своих радаров, станция автоматически отслеживает изменения и формирует помехи в зависимости от режима их работы. Аналоговый анализатор определяет, сколько сигналов приходит в данном частотном диапазоне и как они между собой расположены. Если, к примеру, приходят семь сигналов от семи РЛС, и их частоты сильно отличаются, то он создаёт семь прицельных участков помех, расставив их по диапазону. Если после очередного анализа окажется, что две или более РЛС сблизилась по рабочей частоте, то их «накроют» общей заградительной помехой, а оставшиеся будут подавляться прицельными помехами (после подстройки на их новые частоты).

Для подавления автономные мобильные ПАП сбрасывают в глубокий тыл противника с воздуха с помощью стратегических самолётов-бомбардировщиков, воздушных шаров, аэростатов, беспилотных самолётов дальнего действия, способных преодолевать системы ПВО. Также такие ПАП

могут служить при массовом сбрасывании вместе с пачкой дипольных отражателей для маскировки ПАП и дополнительной искусственной помехи. Сбрасываемые передатчики будут иметь тормозные парашюты и планирующие крылья для удержания их в воздухе на более длительное время с облаком дипольных отражателей. Если такой ПАП не сможет подавить РЛС, то его можно будет использовать в качестве ложной цели для отвода ракет противника с головками самонаведения, которые наводятся на самолеты по излучениям их бортовых средств и теплового излучения.

Известен комплекс на базе беспилотного летательного аппарата (БПЛА) РЭБ «Мошкара» для энергетического подавления современных войсковых линий радиосвязи любого типа в диапазоне от 30 до 1 500 МГц. Дальность действия комплекса – 30 км с возвратом БПЛА, 60 км – без возврата БПЛА. Радиус сплошного подавления одним БПЛА в заданном его диапазоне до 10 км. Групповое применение БПЛА «Мошкара» позволяет перекрывать весь диапазон частот, используемых в радиосвязи. Например, для однократного перекрытия диапазона от 30 до 1 200 МГц необходимо всего восемь БПЛА типа «Мошкара». Выходная мощность передатчика помех составляет 5 Вт. Малый вес и размеры БПЛА «Мошкара» позволяют запускать аппараты с руки из любого места при минимальном обучении оператора. Продолжительность полета БЛА – один час, из них 30 минут – работа на излучение [3].

В качестве недостатков можно выделить, что есть ограничения по энергетическим характеристикам навесного оборудования, незначительное время продолжительности полета БПЛА (3–4 ч) и малая дальность полета (до 70 км). При дополнительном введении многочисленных забрасываемых передатчиков помех, многократную доставку которых осуществляют на БПЛА РЭБ, а также организации гарантированного управления ими, позволяет снять ограничения на энергетические и временные ресурсы ПАП.

Для эффективного подавления РЛС автономным мобильным ПАП однократного использования необходимо учитывать следующее:

- 1) обнаружение координат постановщика активных помех триангуляционным способом противника;
- 2) проблема неэффективного использования мощности ПАП, так как РЛС кругового обзора подавляются только тогда, когда диаграмма направленности ее антенны будет направлена в сторону передатчика помех;
- 3) эффективно противодействовать новым системам ПВО с моноимпульсным и квазинепрерывным излучением, появившемся на вооружении вероятного противника.

Таким образом, мобильные ПАП, сбрасываемые в большом количестве непрерывно в тыл противника с помощью БПЛА при организованном управлении, позволяют подавить РЛС противника во всех диапазонах. Каждый передатчик имеет малое значение выходной мощности из-за ограничений по массогабаритным и энергетическим параметрам на борту БПЛА РЭБ.

Список литературы

1. Зарубежное военное обозрение. Ежемесячный информационно-аналитический журнал Министерства обороны России [Электронный ресурс] // Новые средства ведения радиоэлектронной борьбы. URL: <http://www.zvo.su>
2. Альдебенева Е. П., Шнейдмиллер В. Р. Исследование способов создания активных помех в рамках ведения радиоэлектронной борьбы // Молодой ученый. 2015. № 22. С. 121–124.
3. Павлушенко М., Евстафьев Г., Макаренко И. Беспилотные летательные аппараты – история, применение, угроза распространения и перспективы развития // Научные записки ПИР-центра: национальная и глобальная безопасность. М. : Права человека, 2004. С. 546–547.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭХО-СИГНАЛА С ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЛС

В.С. Курилко*

Научный руководитель В.Н. Ратушняк
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В современных РЛС используются сложные сигналы, к которым относят сигналы, параметры которых изменяются в течение длительности импульса или периода повторения по известному закону. База такого сигнала:

$$B = \tau_c \Delta f \gg 1. \quad (1)$$

Одним из таких сигналов является ЛЧМ-сигнал. Чаще всего используются ЛЧМ-сигналы, которые имеют некоторые достоинства по сравнению с другими видами сложных сигналов, а именно возможность достижения большой девиации частоты и скорости перестройки, простота изменения огибающей сигнала и скорости частотной модуляции для улучшения параметров сжатого сигнала, простота оценки, измерения и коррекции искажений. Использование ЛЧМ-сигналов в радиолокации позволяет получить хорошие разрешающие способности РЛС как по дальности, так и по скорости.

Во временной области ЛЧМ-сигнал описывается следующим выражением:

$$d_j := a_j \cdot \cos \left[2\pi \left(f_0 - \frac{\Delta f}{2} \right) \cdot t_j + \beta \cdot \frac{(t_j)^2}{2} \right] \quad (2)$$

Зададим параметры моделируемого сигнала:

$$T_c = 500 \text{ мкс} \quad (3)$$

$$\Delta f = 60 \text{ кГц} \quad (4)$$

$$f_0 = 40 \text{ кГц} \quad (5)$$

Обозначив переменной a_j массив отсчетов импульса выбранной длительности, с помощью функции записываем выражение:

$$a_j := \text{if}(0 \leq t_j \leq T_c, 1, 0) \quad (6)$$

На рис. 1–3 ниже представлен вид ЛЧМ сигнала во временной области.

* © Курилко В.С., 2019

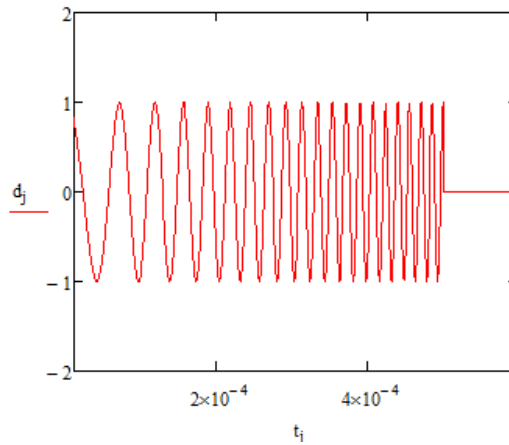


Рис. 1. Вид ЛЧМ-сигнала во временной области

Для того чтобы получить спектр ЛЧМ-импульса, необходимо воспользоваться быстрым преобразованием Фурье. В качестве входного значения берется массив отсчетов сигнала, модуль результата вычислений возводится в квадрат.

```

Sw := cfft(d)
v_j := (|Sw_j|)^2
-----
r := max(v)

b_j := v_j / r

Base := T_c * Δf      Base = 30

```

Рис. 2. Программный код

```

Q_j := (|Sw_j|)^2 * e^(sqrt(-1) * T_c * f_j * 2π)
B := Re(icfft(Q))
H := max(B)
KF_j := B_j / H

```

Рис. 3. Программный код

Полученный спектр сигнала приведен на рис. 4 ниже.

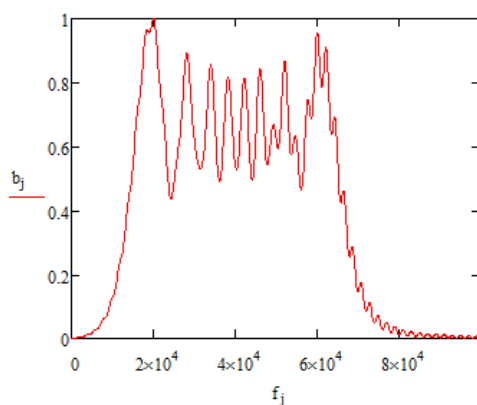


Рис. 4. Вид ЛЧМ-сигнала в частотной области

Для расчета АКФ воспользуемся программным кодом представленным на рисунке ниже. Здесь рассчитывается массив отсчетов АКФ, выделяется реальная часть массива и нормируются его значения.

Полученная АКФ представлена на рис. 5 ниже:

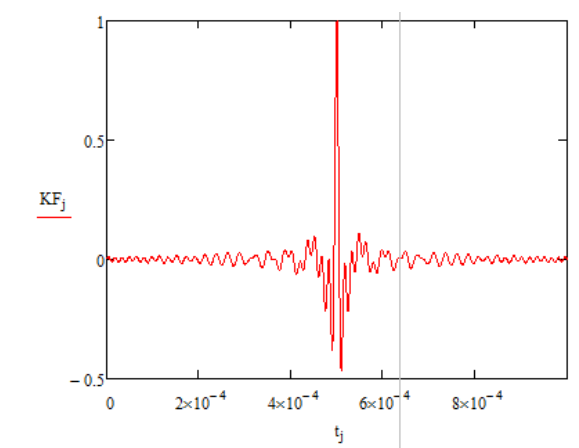


Рис. 5. Вид АКФ ЛЧМ-сигнала

Таким образом, данный способ моделирования ЛЧМ-сигнала при применении в процессе функционального проектирования РЛС позволит облегчить процесс выбора параметров зондирующего сигнала, а в частности, длительности импульса, девиацию частоты и несущую частоту.

Список литературы

1. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы. М., 2000.
2. Кочемасов В. Н., Белов Л. А., Оконешников В. С. Формирование сигналов с линейной частотной модуляцией. М. : Радио и связь, 1983. 192 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИСТЕМ ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

А.И. Малинин, В.С. Койшман*

Научный руководитель В.Н. Ратушняк
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В состав каждой радиосистемы входит приемник, который подвержен воздействию как полезных, так и помеховых электромагнитных излучений. Если помеховое излучение будет достаточно мощным, то на его фоне полезный сигнал можно и не обнаружить.

Различают естественные помехи, представляющие собой отражения от местных предметов, облаков, водных поверхностей, различные излучения и шумы, и искусственные (преднамеренные) помехи, создаваемые специально для подавления работы радиолокационных станций (РЛС). Преднамеренные помехи делятся на пассивные, создаваемые отражателями, и активные, излучаемые специальной аппаратурой. По эффекту воздействия на подавляемые РЛС различают маскирующие и имитирующие помехи.

Маскирующими помехами называются радиоизлучения, затрудняющие процессы обнаружения полезного сигнала и измерения координат цели [1]. Средства создания таких помех могут излучать шумовые колебания непрерывно (непрерывные шумовые помехи) или в ответ на принимаемые зондирующие сигналы (ЗС) подавляемой РЛС (ответно-импульсные шумовые помехи). Такие помехи эффективны, так как они подобны собственным шумам приемника, только гораздо большей интенсивности.

В зависимости от точности наведения по частоте маскирующие помехи подразделяются на прицельные и заградительные. Прицельные помехи ставятся на известных частотах, имеют ширину спектра, соизмеримую с шириной спектра сигнала подавляемой РЛС, и характеризуются высоким уровнем мощности. Если рабочая частота РЛС не известна, то ставятся заградительные помехи в диапазоне частот, значительно превышающем полосу, занимаемую полезным сигналом. Это позволяет одновременно влиять на работу несколько РЛС, но приводит к существенному снижению уровня мощности помехи в пределах полосы пропускания приемников РЛС.

Имитирующие радиопомехи представляют собой излучения, несущие ложную информацию о числе, координатах и параметрах движения целей [1]. При подавлении РЛС они создают на экране индикатора кругового обзора (ИКО) большое количество ложных отметок, имитирующих реально движущиеся цели.

Различают синхронные и несинхронные по отношению к частоте следования зондирующих импульсов РЛС импульсные помехи, которые могут созда-

* © Малинин А.И., Койшман В.С., 2019

ваться для имитации взаимных помех, чтобы усложнить общую радиотехническую обстановку. Изображение несинхронной помехи на экране индикатора принимает вид спирали, при полностью синхронном излучении спирали вырождаются в окружности [3].

Одной из разновидностей имитирующих помех являются уводящие помехи, предназначенные для срыва работы систем автосопровождения целей. Суть их в том, что приемник и следящие системы РЛС настраиваются на ответный, имеющий большую интенсивность, чем отраженный целью, сигнал ПАП, после чего начинается этап «увода». В излучаемый ответный сигнал плавно вводится ложная информация о параметрах цели. По окончании этапа «увода» помеха выключается, что вызывает срыв автосопровождения.

Однако каждое помеховое воздействие противника влечет за собой применение различных средств и методов противодействия. В РЛС предусматриваются защитные меры, назначение которых – обеспечить выделение отраженного от цели сигнала на фоне помех. Технически все они опираются на различия в физических свойствах помеховых сигналов, а также на особенности формирования тех или иных сигналов.

Основными техническими методами защиты от помех являются: рациональный выбор параметров и формы ЗС; перестройка несущей частоты ЗС; работа на нескольких несущих частотах; устранение перегрузки приемника; селекция сигналов по направлению прихода, частоте и поляризации.

Выбор параметров и формы ЗС должны обеспечить скрытность работы локатора и возможность «силового противодействия» постановщику активной помехи (ПАП). «Силовое противодействие» основывается на том, что энергетические возможности ПАП ограничены мощностью бортовых источников питания летательного аппарата, тогда как энергетические возможности РЛС зависят от более мощных наземных источников питания [2].

Перестройка несущей частоты ЗС и работа на нескольких частотах затрудняют противнику процесс постановки помех и позволяют отстраиваться по частоте от созданной помехи. Для реализации данного метода в РЛС может использоваться один приемо-передающий канал, обеспечивающий оперативную перестройку по частоте, или несколько приемо-передающих каналов, каждый из которых настроен на фиксированную частоту.

Для устранения перегрузки приемника его входные каскады строятся на элементах, обеспечивающих максимальный динамический диапазон, также для расширения диапазона используются цепи быстрого автоматического регулирования усиления (БАРУ).

Селекция сигналов по частоте позволяет повысить защиту РЛС за счет сужения полосы пропускания приемника до нескольких сотен герц, что существенно снижает уровень помехи на выходе приемного тракта.

Поляризационная селекция строится на различии структуры полезного сигнала и помехи. Антенна или поляризационный приемник настраиваются на прием сигнала определенной поляризации: линейной, круговой или эллиптической. Помеха максимально ослабляется, если поляризация антенны или прием-

ника будет ортогональна поляризации помехи. Так как поляризация сигналов, отраженных от реальных целей, случайная, не совпадающая с поляризацией помехи, то помехи можно ослабить больше, чем сигнал.

Пространственная селекция основана на пространственной корреляции, характеризующей связь (похожесть) сигналов принятых разными антеннами, и предусматривает компенсацию помехового сигнала на входе основного приемного канала. Если эта связь велика, появляется возможность построить вспомогательный приемный канал со своей антенной (он называется компенсационным) и использовать сигнал с него для компенсации помехи в основном канале. Простейшее устройство, реализующее указанный принцип, называется автокомпенсатором помех (АКП) с обратной связью (рис. 1).

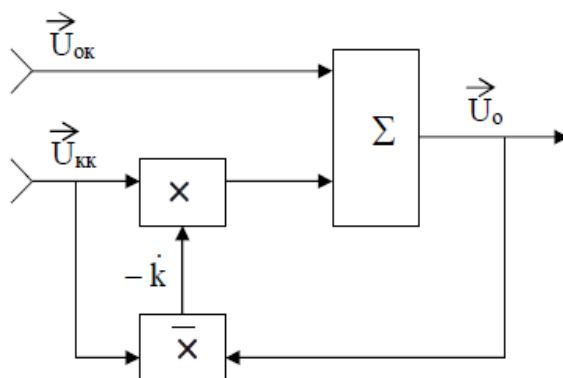


Рис. 1. АКП с корреляционной обратной связью

Для работы АКП используется компенсационная слабонаправленная антенна, охватывающая главным лепестком своей диаграммы направленности (ДН) боковые лепестки основной антенны (рис. 2).

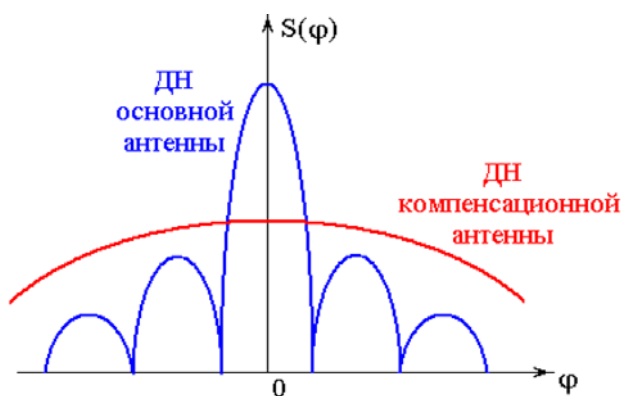


Рис. 2. ДН основной и компенсационной антенн

Сигналы помехи, принятые основным каналом $\vec{U}_{ок}(t)$, и компенсационным каналом $\vec{U}_{кк}(t)$, поступают на сумматор. На выходе сумматора формируется напряжение:

$$\vec{U}_o(t) = \vec{U}_{ок}(t) - k \times \vec{U}_{кк}(t). \quad (1)$$

Для формирования значения управляющего множителя k используется цепь обратной связи. Она позволяет вычислить корреляционный момент $\overline{\vec{U}_o(t)\vec{U}_{кк}(t)}$, характеризующий связь выходного сигнала АКП $\vec{U}_o(t)$ и сигнала помехи $\vec{U}_{кк}(t)$, принятого компенсационным каналом. Очевидно, что этот момент обратится в ноль при полной компенсации помехи. Вычисленный корреляционный момент с точностью до постоянного множителя χ и используется в качестве управляющего множителя k :

$$k = \chi \times \overline{\vec{U}_o(t)\vec{U}_{кк}(t)}. \quad (2)$$

Подставив выражение (2) в (1), несложно найти выражение для выходного сигнала:

$$\vec{U}_o(t) = \vec{U}_{ок}(t) - \frac{\chi \times \overline{\vec{U}_o(t)\vec{U}_{кк}(t)}}{1 + \chi |\overline{\vec{U}_{кк}(t)}|^2}. \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что при $\chi \rightarrow \infty$ и достаточной корреляции между $\vec{U}_{ок}(t)$ и $\vec{U}_{кк}(t)$ (например $\vec{U}_{кк}(t) = C\vec{U}_{ок}(t)$, где $C = const$) происходит полная компенсация помехи, то есть $\vec{U}_o(t)$ обращается в ноль.

Кроме рассмотренных методов защиты, используемых в РЛС, могут применяться и специальные методы, эффективные при борьбе с конкретным видом помехи. Все они основаны на различиях во временных, частотных и пространственных свойствах полезных и помеховых сигналов. Эффективная защита радиолокационных средств от помех возможна только в случае комплексного использования технических методов, учитывающих указанные различия.

Список литературы

1. Бруханский А. В. Системы селекции движущихся целей : учеб. пособие. М., 1990. 53 с.
2. Тяпкин В. Н., Фомин А. Н., Гарин Е. Н. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск : учебник для вузов. Красноярск : СФУ, 2012. 531 с.
3. Ролик В. Н., Субботин А. Н., Шульдешов Л. С. Основы теории построения систем вооружения зенитных ракетных войск : учеб. пособие. СПб. : Издательство Политехнического университета, 2018. 150 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС РАЗРАБОТКИ И ОТЛАДКИ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СИГНАЛОВ СИСТЕМ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ*

А.В. Мишуров, А.В. Жгун, М.А. Голубятников†

Научный руководитель А.Б. Гладышев
доцент

Сибирский федеральный университет

При разработке систем спутниковой связи очень большое внимание уделяется выбору используемых типов сигналов для передачи информации. В настоящее время наиболее перспективными являются широкополосные сигналы с шириной спектра сигнала до 500 МГц. Еще на этапе проектирования необходимо отработать методы формирования и обработки таких широкополосных сигналов.

Для этих целей был разработан программно-аппаратный комплекс на аппаратной платформе фирмы *National Instruments* [1, 2].

Программно-аппаратный комплекс (ПАК) обеспечивает формирование, прием и обработку широкополосных сигналов в различных диапазонах частот с различными законами модуляции и сигнально-кодowymi конструкциями.

Структурная схема ПАК представлена на рис. 1.

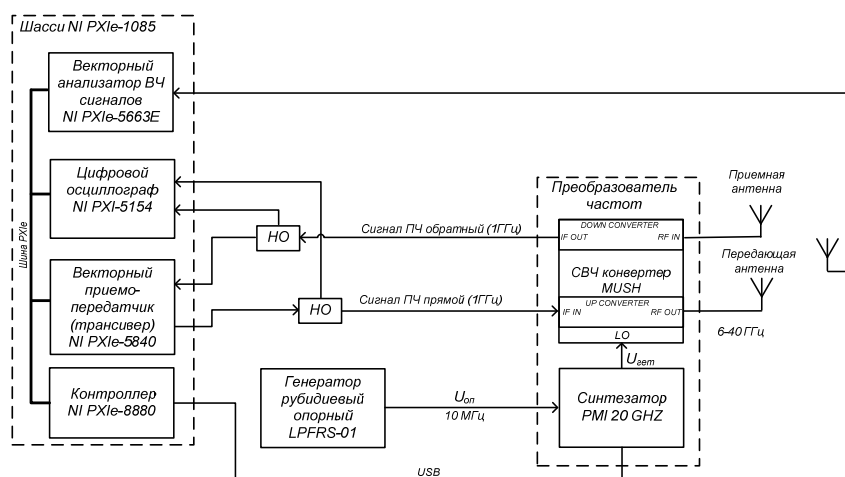


Рис. 1. Структурная схема программно-аппаратного комплекса

Схему программно-аппаратного комплекса можно разделить на следующие функциональные части:

- система формирования широкополосных сигналов;
- система приёма и обработки широкополосных сигналов;

* © Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (соглашение № 14.578.21.0247, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57817X0247).

† © Мишуров А.В., Жгун А.В., Голубятников М.А., 2019

- система повышения/понижения несущей частоты сигнала;
- контрольно-измерительная аппаратура для промежуточного контроля широкополосных сигналов в тракте прохождения.

Программно-аппаратный комплекс имеет следующие функции:

1) в режиме измерения характеристик сигналов:

- а) измерение номинала частоты в диапазоне 1–40 ГГц;
- б) измерение параметров спектра сигнала в диапазоне частот 1–40 ГГц;
- в) демодуляция и измерение параметров сигналов в стандартах *TDMA*, *FDMA*, *MF-TDMA*, *CDMA*, *DVB-S2* в полосе до 500 МГц;

2) в режиме генерации испытательных сигналов:

- а) генерация одно частотного и многочастного сигнала в диапазоне частот 1–40 ГГц и мощностью до 17 дБм;
- б) генерация сигналов *TDMA*, *FDMA*, *MF-TDMA*, *CDMA*, *DVB-S2* в полосе до 500 МГц и диапазоне частот 1–40 ГГц с уровнем сигналов до 17 дБм.

Система формирования широкополосных сигналов представляет собой векторный генератор сигналов диапазона до 6,6 ГГц из состава трансивера *NI PXIe-5840*, средства вычислительного контроллера *NI PXI-8880* и специальное программное обеспечение в среде *LabVIEW*, позволяющее осуществлять формирование широкополосных сигналов, шириной спектра до 500 МГц.

Система приёма и обработки широкополосных сигналов представляет собой совокупность аппаратных средств векторного анализатора сигналов из состава трансивера *PXIe-5840* с возможностями программирования встроенной ПЛИС, вычислительного контроллера и специального программного обеспечения, выполненного в графической среде программирования *LabVIEW*.

Одним из самых важных преимуществ векторного анализатора сигналов из состава трансивера *PXIe-5840* является широкая полоса анализа частот до 500 МГц с возможностью расширения до 1 ГГц.

Система повышения/понижения несущей частоты предназначена для повышения частоты сформированного широкополосного сигнала промежуточной на несущую и понижения принятого сигнала с несущей частоты на промежуточную. Этот процесс выполняет преобразователь частоты.

Контрольно-измерительная аппаратура предназначена для контроля структуры сигнала на промежуточной частоте во временной и частотной области с помощью высокочастотного осциллографа *NI PXIe-5154* и анализатора сигналов *NI PXIe-5663E*.

Моделирование и разработка структурных широкополосных сигналов осуществляется на программном уровне. Сформированные сигналы необходимой структуры с помощью трансивера переносятся на промежуточную частоту 1 ГГц, на которой часть мощности сигналов через направленный ответвитель подается для контроля на осциллограф.

Также сигнал на промежуточной частоте поступает на преобразователь частот для переноса на более высокую частоту, заданную планом экспери-

мента. С выхода из преобразователя частот сигнал на СВЧ излучается в пространство.

Излученный широкополосный сигнал принимается приемной антенной, подключенной ко входу преобразователя частот.

С выхода преобразователя частот исследуемый сигнал на промежуточной частоте поступает на анализатор сигналов трансивера *PXIe-5840*, где осуществляется его обработка по разработанному алгоритму.

Программное обеспечение ПАК разработано в *LabVIEW*.

В результате совместной работы ПО и аппаратной части в ПАК реализованы следующие функции:

- формирование перспективных сигналов систем спутниковой связи с шириной спектра до 500 МГц различных типов – *TDMA*, *FDMA*, *MF-TDMA*, *CDMA* с различными законами модуляции – *FSK*, *BPSK*, *QPSK*, *GMSK*, *QAM*, *OFDM*;

- прием и обработка сформированных сигналов, прошедших среду распространения;

- измерение характеристик принятых сигналов – мощности, отношения сигнал/шум на входе приемника, коэффициента битовых ошибок *BER*.

Для примера на рис. 2 представлены результаты работы ПАК.



Рис. 2. Вывод результатов на экран: а – спектр сформированного сигнала; б – констелляционная диаграмма принятого сигнала

Таким образом, данный ПАК позволяет автоматизировать процесс проектирования новых систем спутниковой связи в части формирования приема и обработки перспективных широкополосных сигналов. При дальнейшей доработке может использоваться для измерения основных технических характеристик бортовых ретрансляционных комплексов систем спутниковой связи.

Список литературы

1. Gladishev A. B., Dmitriev D. D., Veysov E. A., Tyapkin V. N. 2017 A hardware-software complex for modelling and research of near navigation based on pseudolites. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 803 012048.

2. Гладышев А. Б., Ратушняк В. Н., Рыжков Д. Н., Богачук А. А., Голубятников М. А. Лабораторный комплекс для моделирования системы ближней на-

вигации на основе псевдоспутников // Современные проблемы радиоэлектроники / Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники. Красноярск, 2017. С. 120–124.

РАДИОУПРАВЛЯЕМЫЙ ШАР**Ч.Э. Ондар***Научный руководитель А.А. Тюлюш
преподаватель*Кызылское президентское кадетское училище*

Эволюция военного дела связана с развитием технологий так же тесно, как и любая другая сфера государственной или общественной жизни. Образ войны будущего уже довольно давно ассоциируется с участием роботов. Поэтому развитие робототехники является ключевой для современного мира. Человечество, по большому счету, только вступает в настоящую эпоху роботизации, при этом некоторые страны уже сейчас стремятся вырваться в лидеры. В долгосрочном плане выиграет тот, кто уже сегодня найдет свое место в развернувшейся мировой технологической гонке в сфере робототехники.

Использование робототехники может быть связано с выполнением как боевых задач, так и задач всестороннего обеспечения. Военные роботы в современных условиях позволяют минимизировать боевые потери личного состава и максимизировать эффективность выполнения задач. Такие устройства могут играть самые разные роли: разведчиков, пехотинцев, саперов и т. д.

Движение робота осуществляется благодаря двум двигателям с колесами, которые крутят шар изнутри. Для управления двигателями используется двухканальный контроллер двигателя (драйвер) на базе микросхемы МХ1508, который имеет минимальное тепловыделение, позволяющее использовать драйвер без радиаторов теплоотвода, маленький размер, низкое энергопотребление, благодаря чему идеально подходит в портативных устройствах для питания от аккумулятора. Драйвер для двигателя позволяет регулировать скорость вращения и менять направление вращения (реверс) и может обеспечить постоянный ток 1,5 А, пиковый ток до 2,5 А, имеет блок тепловой защиты с автоматическим восстановлением.

Для радиопередачи используются модули беспроводной связи на базе микросхемы nRF24L01+. Модуль поддерживает работу со скоростью 250 Кбит/с, 1 Мбит/с или 2 Мбит/с, и может работать на 126 независимых каналах, поэтому сразу несколько устройств могут общаться между собой не мешая друг другу. Для передачи данных используется собственный протокол.

Для управления шаром используется джойстик. Аналоговый джойстик представляет собой ручку, которая крепится на шарнире с двумя потенциометрами, определяющими положение джойстика по оси X и Y, и кнопкой Z. Наклон ручки вращает потенциометры и изменяет выходное напряжение, позволяя отследить степень отклонения ручки от центральной точки. При отпускании ручки джойстика она плавно возвращается в центральное (нулевое) положение.

* © Ондар Ч.Э., 2019

Со всеми компонентами управляет микроконтроллер Arduino. В самом шаре установлен Arduino Nano, а в пульте управления Arduino UNO.

Список литературы

1. Теория [Амперка / Вики] : сайт. URL: <http://wiki.amperka.ru>.
2. МИНИ-РОБОТ-ШПИОН СВОИМИ РУКАМИ : сайт. URL: <https://alexgyver.ru/mini-robot-spy>.
3. Arduino и джойстик : сайт. URL: <http://arduino-diy.com/arduino-dzhoystik>
4. Радиомодуль nRF24L01+ и arduino. Подключение и пример передачи данных : сайт. URL: <https://vk-book.ru/radiomodul-nrf24l01-i-arduino-podklyuchenie-i-primer-peredachi-dannykh>.

МЕХАНИЗМ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ РОТОРА ДВИГАТЕЛЯ В ШАГАЮЩЕЕ ДВИЖЕНИЕ НОГИ РОБОТА

В. Путинцев, М. Сегбе, Ай-кат Чамзырын*

Научный руководитель А.И. Ковито
преподаватель

Научный руководитель А.Н. Покоянов
преподаватель

Кызылское президентское кадетское училище

Одной из задач инженерной науки является разработка узлов и механизмов. При реализации различных устройств нередко возникают задачи преобразования одного вида движения в другое [1]. В частности, при разработке проекта «Мобильный помощник при переносе грузов на марше» в училище возникла проблема преобразования вращательного движения вала шагового электродвигателя в возвратно-поступательное движение ноги. В процессе её решения родилось два варианта указанного механизма.

Схематически первый вариант механизма изображён на рис. 1.

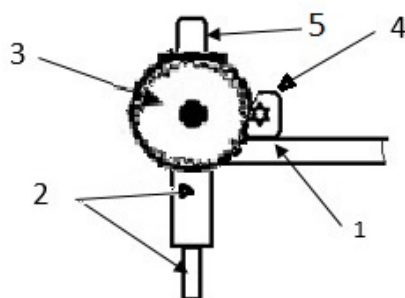


Рис. 1. Схема узла преобразования вращательного движения вала в поступательное движение ноги: 1 – платформа; 2 – опорная нога; 3 – поворотная шестерня ноги; 4, 5 – шаговый двигатель

В механизме использована шестерёночная передача [2]. На вал двигателя насажена шестерня с количеством зубьев – 16, на оси ноги закреплена шестерня с количеством зубьев – 64, передаточное число в этом случае составило $\frac{1}{4}$. При выборе такого соотношения главным критерием было максимально возможное передаточное число при величине шестерни, не выходящей за нижнюю грань платформы. Размер шестерни на ноге составил 83 мм. Материал для изготовления выбран – пластик ABS, все шестерни изготовлены методом печати на 3D-принтере. Общий вид представлен на рис. 2, 3.

* © Путинцев В., Сегбе М., Чамзырын Ай-кат, 2019

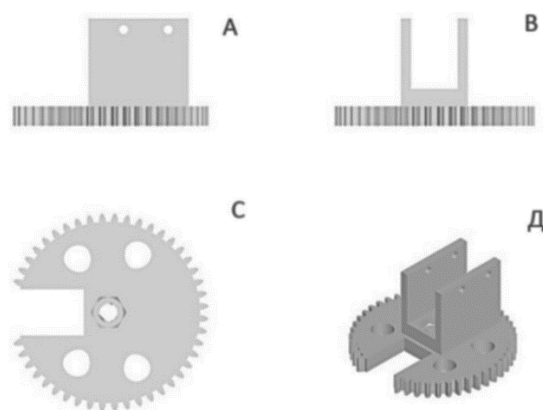


Рис. 2. Шестерня ноги: А – вид спереди; В – вид слева; С – вид сверху; Д – общий вид

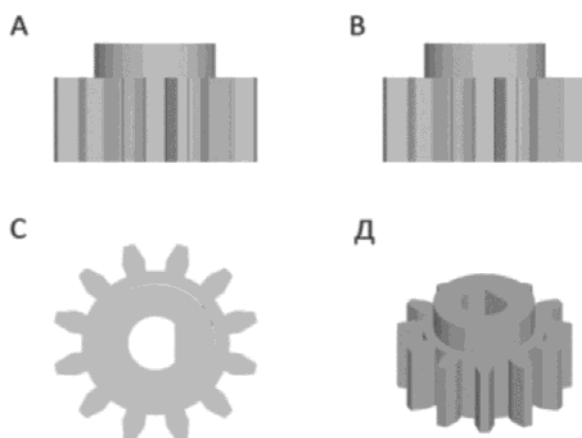


Рис. 3. Шестерня вала двигателя: А – вид спереди; В – вид слева; С – вид сверху; Д – общий вид

После сборки разработанного узла и установки его на платформу выяснились следующие положительные факторы:

- простота реализации;
- наличие или лёгкая доступность в изготовлении всех составляющих элементов конструкции.

Также выявились и существенные недостатки, а именно посадка шестерёнок на валы оси ноги и вала двигателя выполнена с натягом, но в связи с материалом шестерёнок (пластик) соединение оказалось достаточно пластичным, что привело к появлению незначительного люфта в соединении. Кроме того, наличие зазора в месте зацепления двух шестерён привело к возникновению дополнительного радиального люфта. Плотное зацепление шестерёнок (без зазора) приведёт к повышению сопротивления в этом узле, что, в свою очередь, влечёт за собой повышение нагрузки на двигатель, что в данной ситуации крайне нежелательно, поэтому зацепление выполнено с зазором 0,5 мм. На практике это вылилось в то, что всё устройство оказалось неустойчивым (рис. 4).

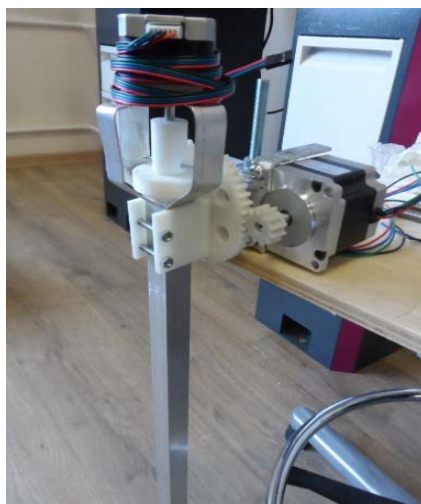


Рис. 4. Механизм в сборе

С целью устранения указанных недостатков была разработана и опробована вторая конструкция данного узла, представленная на рис. 5.

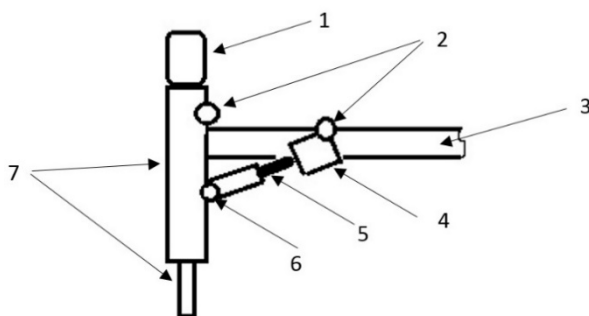


Рис. 5. Схема узла преобразования вращательного движения вала в поступательное движение ноги: 1, 4 – шаговый двигатель; 2, 6 – шарнирное соединение; 3 – платформа; 5 – винт; 7 – опорная нога

При реализации этого механизма зубчатое зацепление было заменено винтовым соединением. Были исключены из ответственного узла конструкции пластиковые шестерни и заменены металлическими винтами. Используются винты от станка с ЧПУ с шагом перемещения 14 мм за один оборот.

Предполагаемый ход ноги составляет угол, $\alpha=60^\circ$ (30° вперёд от вертикальной оси и 30° назад). Место крепления подвижного соединения ноги и винтового соединения от двигателя находятся на расстоянии $h = 50$ мм. Тогда продольное перемещение точки соединения винтового механизма и ноги L равно:

$$L = \frac{h \sin(\frac{\alpha}{2})}{\cos(\frac{\alpha}{2})} \cdot 2 = \frac{50 \sin(30)}{\cos(30)} \cdot 2 = \frac{50}{\sqrt{3}} \cdot 2 = 28,9 \cdot 2 = 57,8 \text{ мм.}$$

Длина винта была выбрана 80 мм (с запасом в 20 мм). Схема перемещения ноги отображена на рис. 6.

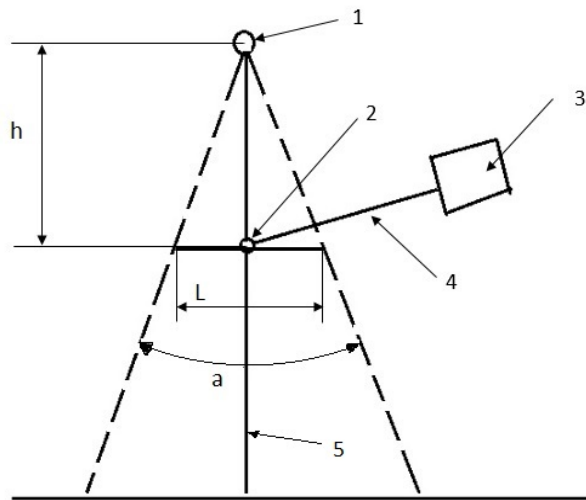


Рис. 6. Схема перемещения ноги: 1 – ось крепления ноги; 2 – крепление винтового соединения к ноге; 3 – двигатель; 4 – винт; 5 – нога

Изменение в конструкции привели к необходимости изменения способа крепления двигателя к платформе. Во-первых, крепление двигателя должно быть подвижным. Это связано с тем, что точка крепления винтового соединения к ноге совершает не прямолинейное перемещение, а по дуге с радиусом 50 мм. При жёстком креплении двигателя к платформе в винтовом соединении возникнет поперечное напряжение, что может привести к его изгибу и, как следствие, к неправильной работе узла. Во-вторых, двигатель был развёрнут на 90° по отношению к ноге, так как направление необходимого вращения изменилось перпендикулярно.



Рис. 7. Конструкция механизма

После реализации конструкции механизма, была проведена экспериментальная проверка его работы, по результатам которой можно сделать следующие выводы: люфт в местах соединения исчез, конструкция прочно стоит на

ногах. Разработанный механизм будет использован в реализации проекта «Мобильный помощник при переносе грузов на марше».

Список литературы

1. От машин до роботов. Очерки о знаменитых изобретателях, отрывки из документов, научных статей, воспоминаний, тексты патентов. Книга 2. М. : Современник, 1990. 416 с.
2. Длоугого В. В. Приводы машин : справочник. Л. : Машиностроение, 1982. 386 с.
3. Мякишев Г. Я. Физика. Механика : учебник, профильный уровень. М. : Дрофа, 2014.
4. Ландсберг Г. С. Элементарный учебник физики. Механика. Теплота. Молекулярная физика. Том 1. М. : Наука, 1985.

РАЗРАБОТКА ПОДВЕСКИ ПРОГРЕССИВНОЙ ЖЕСТКОСТИ ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

А.П. Сеньють*

Научный руководитель В.А. Зеер
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

За последнее время театр военных действий кардинально изменился. Вместо затяжных, растянутых на большие территории боев пришли скоротечные, локальные сражения. Соответственно, возникли новые требования к военной технике. Быстрота и экономичность стали одними из главных критериев к новым боевым единицам.

На международном военно-техническом форуме «Армия-2016» Ульяновский автозавод представил новую линейку спецавтомобилей для Минобороны и других силовых структур РФ [1]. В ходе последующих испытаний было выявлено, что автомобиль УАЗ-3163 является именно тем, что нужно для вооруженных сил.



Рис. 1. Автомобили УАЗ-3163 на выставке «Армия-2016»

Целью настоящей работы является повышение грузоподъемности автомобиля. Наиболее популярным способом является замена штатных рессор на более жесткие. При движении автомобиля без полезной нагрузки массы автомобиля недостаточно для деформации упругого элемента. Следовательно, упругое взаимодействие ТС с несущей поверхностью осуществляется лишь за счет деформации шин, что приводит к «отрыву» колес от дороги, приводя к потере управляемости.

Во избежание потери управляемости жесткость подвески должна увеличиваться прямо пропорционально нагрузке. Это возможно при установке под-рессорника.

* © Сеньють А.П., 2019

Алгоритм расчета параметров подвески взят из [2] и апробирован на примере взаимодействия автомобиля УАЗ-3136 [3] и взятой в качестве полезной нагрузки 120-мм гаубицы М-30 образца 1938 г. [4]. При разработке расчетного алгоритма были приняты следующие допущения: сила тяжести, приходящаяся от орудия, постоянна. В расчете не учитываются силы инерции, силы трения в подвеске; автомобиль находится на горизонтальном участке дороги; упругую характеристику рессоры считаем прямолинейной; сила, деформирующая рессору, равна реакции; прогиб рессоры равен ходу колеса.

В расчетах были использованы следующие значения: снаряженная масса автомобиля – 2 160 кг; масса, приходящаяся на тягово-сцепное устройство – 775 кг; полезная нагрузка – 745 кг; база автомобиля – 2 760 мм.

На рис. 2 показана расчетная схема для определения реакции опоры на оси автомобиля.

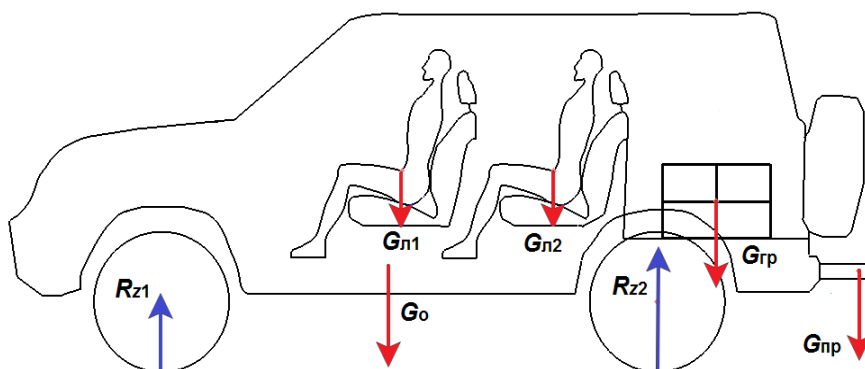


Рис. 2. Схема сил, действующих на автомобиль: R_{z1} и R_{z2} – реакции опоры; $G_{п1}$ – сила тяжести первого ряда пассажиров; $G_{п2}$ – сила тяжести второго ряда пассажиров; $G_{гр}$ – сила тяжести груза; $G_{ор}$ – сила тяжести, приходящаяся от орудия

Для определения реакции опоры на заднюю ось, составим уравнение моментов относительно центра 1:

$$G_{п1} \cdot X_{п1} + G_{п2} \cdot X_{п2} + G_{гр} \cdot X_{гр} + G_0 \cdot X_0 + G_{ор} \cdot X_{ор} = R_{z2} \cdot L$$

В результате расчетов было выявлено, что нагрузка на заднюю ось равна 28056 Н. Так же была определена нагрузка для порожнего автомобиля – 9564 Н. На основе этого значения и заданной частоты собственных колебаний, определяется первая точка $f_{ст}$.

Подрессорник включается в работу при нагрузке:

$$R_{зподр} = R_{z0} + 0,25(R_{z0} + R_{z2})$$

Точки начала вступления буфера сжатия и динамического прогиба определяют в процентном соотношении от статического прогиба, 40 % и 50 % от $f_{ст}$.

Получив значения точек строится упругая характеристика подвески (рис. 3).

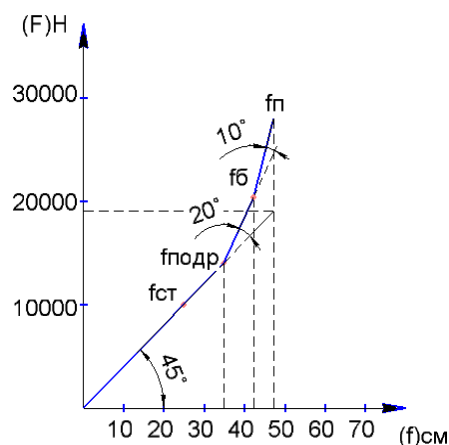


Рис. 3. Упругая характеристика подвески: $f_{ст}$ – статический прогиб подвески, $f_{подр}$ – начало вступления в действие подрессорника, f_b – начало вступления буфера, f_n – полный прогиб

Уменьшение угла на графике означает, что с последующим увеличением нагрузки жесткость подвески растет.

По полученным значениям определяются конструктивные параметры подвески: количество листов подрессорника, длина, ширина и толщина листов, требуемые параметры амортизатора. Подрессорник устанавливается сверху основного пакета рессор. Для установки изготавливаются специальные хомуты, проставка между пакетами, удлиненные стремянки. Возможно применение уже существующих кронштейнов для буферов.

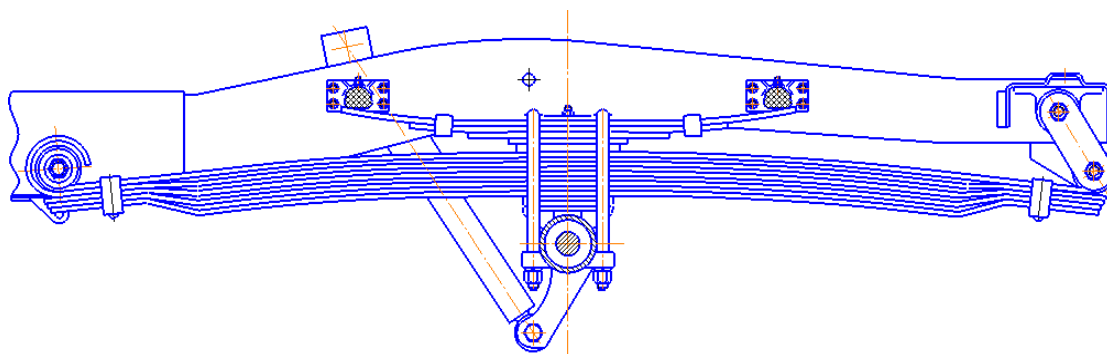


Рис. 4. Схема предлагаемой подвески

Таким образом, при установке предлагаемого подрессорника жесткость подвески возрастает пропорционально нагрузке. Это означает, что автомобиль может воспринимать повышенные нагрузки, но при езде на порожнем автомобиле параметры устойчивости и плавности хода остаются штатными. Увеличенная грузоподъемность автомобиля расширяет его возможности при эксплуатации в вооруженных силах.

Список литературы

1. Чернышева В. УАЗ армейские внедорожники. // Интернет-портал «Российской газеты». 2012. URL: <https://rg.ru/2016/09/07/uaz-pokazal-novye-armejskie-vnedorozhnik.html> (дата обращения: 22.03.2019).
2. Буянкин А. В., Ромашко В. Г. Основы конструирования автомобилей // Томск : КГТУ. 2013. С. 36–37.
3. УАЗ-3136. Общий вид и технические характеристики // wroom.ru : информационный сайт по продаже автомобилей. 2006. URL: <https://wroom.ru/cars/uaz/patriot/spec/1> (дата обращения: 22.03.2019).
4. 122-мм гаубица М-30. Общий вид и технические характеристики // oruzhie.info: Вооружение России и мира, информационный портал. 2012. URL: <http://oruzhie.info/artilleriya/578-m-30> (дата обращения: 22.03.2019).

РАЗРАБОТКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОЛЕС

Д.В. Смирнов*

Научный руководитель В.А. Зеер
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В России возросла популярность электромобилестроения, этому способствуют законодательные требования, регламентирующие снижение содержания вредных веществ в отработавших газах (Правила ЕЭК ООН № 49, № 83), а также поручение Президента РФ В. В. Путина от 18.01.2016 № Пр-66. Также достоинствами электропривода являются его качественные показатели, такие как высокий КПД и развиваемый крутящий момент.

Существующие электромобили, как правило, применяют классическую механическую трансмиссию с механическими колесными и межосевыми дифференциалами, что усложняет и утяжеляет конструкцию электромобилей. Применение независимых приводных электродвигателей на каждое ведущее колесо позволяет отказаться от механического дифференциала в пользу электронного, но требует решения проблемы по распределению крутящего момента в зависимости от условий движения, сопротивления каждому колесу, а также прохождению поворота, при котором колеса ТС движутся по дугам разного радиуса и т. д.

Для проектирования электропривода рассматривались три варианта передачи крутящего момента от двигателей к колесам: мотор-колеса, редукторная передача, ременная (рис. 1). Для разработки была выбрана ременная передача, так как она обладает рядом преимуществ: дешевизна и простота при изготовлении и обслуживании, бесшумность привода относительно других видов передач.

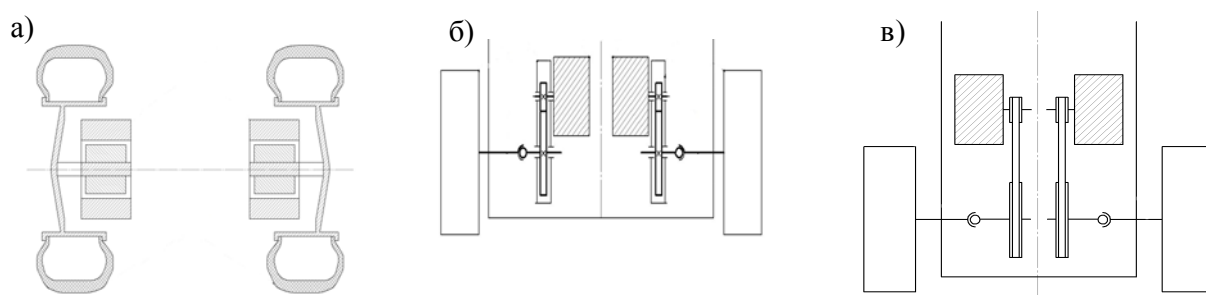


Рис. 1. Схема привода с: а – мотор-колеса;
б – редукторная передача; в – ременная передача

* © Смирнов Д.В., 2019

Двигателями были выбраны два бесщёточных электродвигателя НРМ5000В (BLDC) 5 кВт с воздушным охлаждением от производителя Golden Motor. Шкивы на валу двигателей и приводные ремни позаимствованы с газораспределительного механизма автомобиля ВАЗ-2109. 3D-модель силовой установки представлена на рис. 2. Она включает в себя: крепления электродвигателей, установленные на подрамник с возможностью регулировки натяжения ремня; приводные кронштейны, фиксировано установленные на подрамник; зубчатые приводные колеса, шестерни на валах электродвигателей и приводные ремни; ременный натяжитель, а также сами электродвигатели.

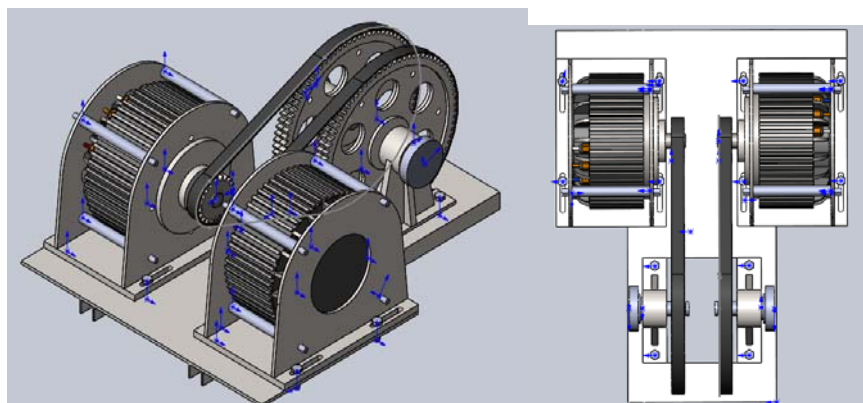


Рис. 2. Индивидуальный электропривод с ременной передачей

Собранный узел устанавливается на раме транспортного средства (рис. 3). Выходные валы двигателей передают крутящий момент ведущим колесам посредством приводов с ШРУС-ами через ременную передачу.

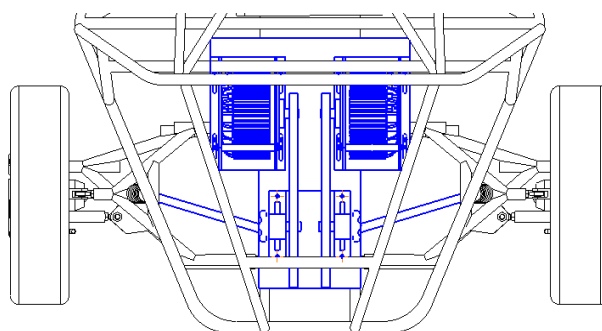


Рис. 3. Индивидуальный электропривод с ременной передачей, размещенный на раме багги (вид сверху)

Экспериментальное малогабаритное ТС, оборудованное данной силовой установкой, двигаясь по горизонтальной поверхности может развить максимальную скорость, равную 78 км/ч. Также, ее максимальные преодолеваемые углы подъема составляют: по крутящему моменту – 24°; на гололеде – 11,5° и ограничивается по сцеплению, а на сухом асфальтобетоне – 24°, так как огра-

ничивается по крутящему моменту колес. Рассчитанная динамическая характеристика изображена на рис. 4.

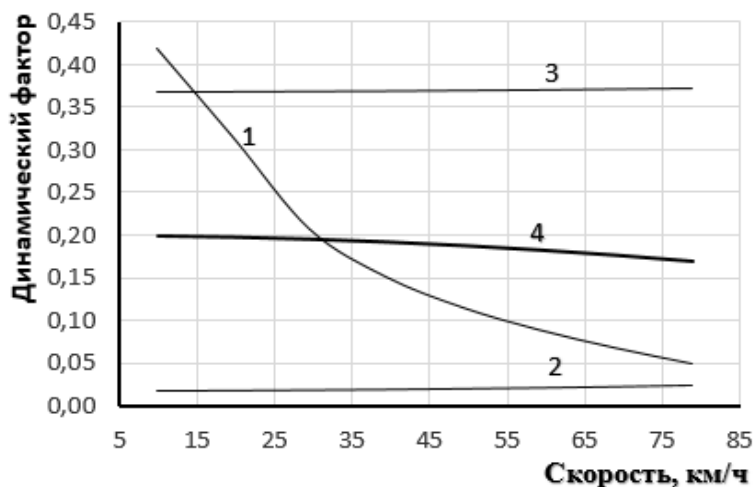


Рис. 4. Динамическая характеристика малогабаритного ТС:
 1 — динамический фактор; 2, 3 — коэффициент сопротивления качению и дороги ($f = 0,018$ и $\psi = 0,36$); 4 — динамический фактор по сцеплению на гололеде ($\phi = 0,2$)

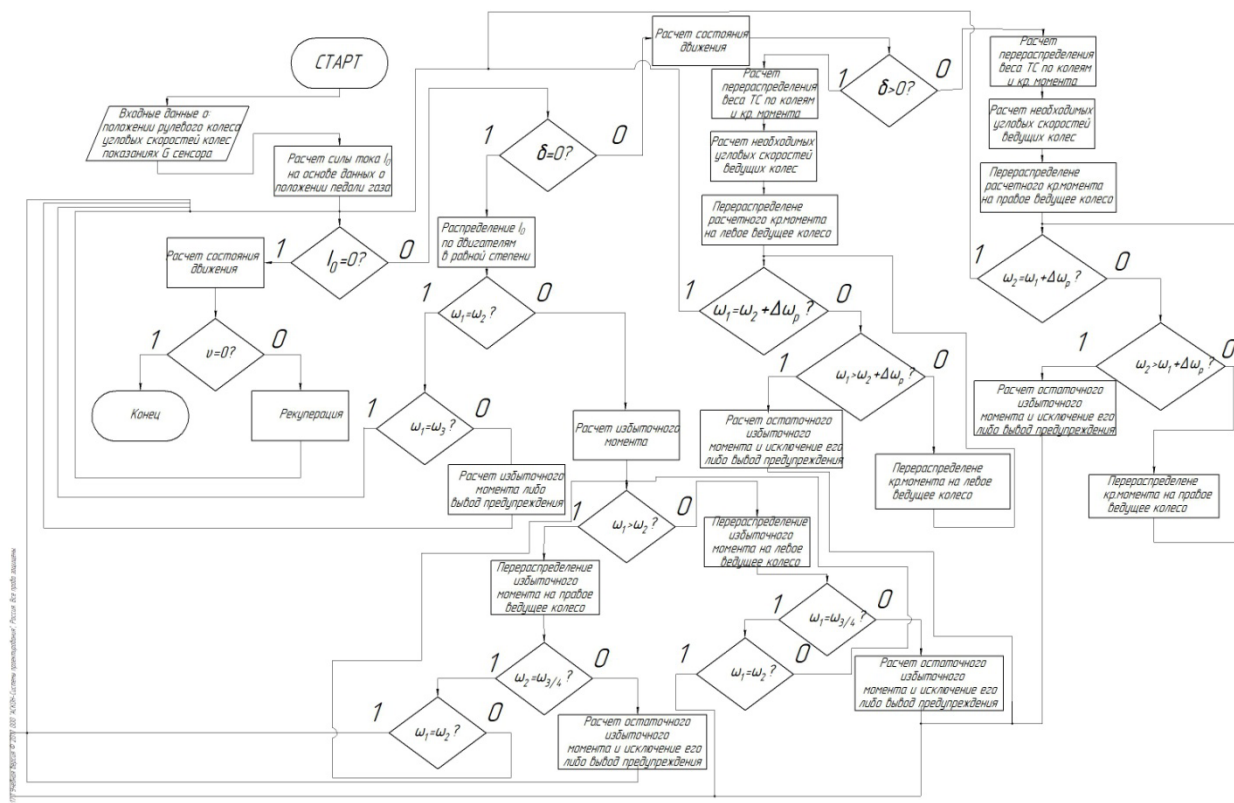


Рис. 5. Блок-схема алгоритма управления

Также, основываясь на закономерностях движения и управления автомобилем, для контроллера был разработан алгоритм управления крутящим моментом на каждом из ведущих колес (рис. 5), реализующий «электронный дифференциал» на проектируемом электромобиле. Система управления автомобиля

должна формировать управляющие воздействия (тем самым изменяя крутящий момент на колёсах), опираясь на показания датчиков, которые однозначно определяют условия движения ТС. Для создания выполнения алгоритма управления колесами электропривода необходимо иметь данные о величине угла поворота управляемых колес и частотах вращения всех колес автомобиля. По разнице вращений колес определяется поведение автомобиля на дороге. После выполнения операций с полученными данными об угловых скоростях производится расчет текущего момента ведущих колес и сравнение его с желаемым. В случае разницы значений угловых скоростей крутящий момент на колесе может быть скорректирован алгоритмом до необходимого нам значения.

Таким образом, спроектированный малогабаритный автомобиль с индивидуальным электромеханическим приводом колес задней оси позволит проводить испытания системы управления подводимой мощностью для обеспечения функции «электронного дифференциала». Предложенный алгоритм управления, основанный на контроле разноса угловых скоростей вращения ведущих колес, параметров и условий движения ТС, позволит обеспечить необходимые показатели устойчивости, маневренности и другие показатели автомобиля, а также расширить возможности механического дифференциала.

Список литературы

1. Перечень поручений по результатам проверки эффективности мер по ускорению процессов импортозамещения в автомобильной промышленности [Электронный ресурс]. Официальные сетевые ресурсы Президента России. URL: <http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/51179>.
2. Грачев Е. В., Куковинец О. В. Энергоэффективность электрического автомобильного транспорта на примере гоночного болида международного класса Formula Electric команды «Формула Гибрид» // Труды «НАМИ» : сб. науч. ст. Вып. № 251. М., 2012. С. 62–69.
3. Чернавский С. А., Боков К. Н., Чернин И. М., Ицкевич Г. М., Козинцов В. П. Курсовое проектирование деталей машин : учеб. пособие для учащихся. М. : Машиностроение, 2005. 416 с.
4. Гаспарянц Г. А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля : учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение». М. : Машиностроение, 1978. 351 с.
5. Тарасик В. П. Теория движения автомобиля : учебник для вузов. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 478 с.
6. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин : учебник для студентов машиностроит. спец. вузов. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Машиностроение, 1990. 352 с.
7. Мефед А. В. Перспектива применения электродвигателей в автомобилях // Молодой ученый. 2016. № 11. С. 429–433. URL: <https://moluch.ru/archive/115/31153>.
8. Мотовилин Г. В., Масино М. А., Суворов О. М. Автомобильные материалы: Справочник. 3-е издание, перераб. и доп. М. : Транспорт, 1989. 464 с.

9. Бесщёточный электродвигатель НРМ5000В (BLDC) 5000 Вт с воздушным охлаждением [Электронный ресурс]. Golden Motor. URL: <https://goldenmotor.ru/bldc-motors/hpm5000b-fan-cooling>.

10. Дебелов В. В., Деев О. И., Колбасов А. Ф. Перспективные автомобильные системы: логика управления прогностического типа, система определения динамических характеристик жидкости, система анализа и мониторинга внутренних и внешних параметров колеса как способ повышения безопасности дорожного движения // Интеллектуальные транспортные системы повышения энергоэффективности и безопасности движения. 2016. С. 247–264.

СПОСОБЫ СИНХРОНИЗАЦИИ ШКАЛ ВРЕМЕНИ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПСЕВДОСПУТНИКОВ

А.А. Тропин, Э.М. Кабанов*

Научный руководитель В.Н. Ратушняк
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В настоящее время локальная радионавигационная система (ЛРНС) предназначена для обеспечения высокоточной навигации в условиях затруднения приема сигналов глобальной спутниковой навигационной системой (ГНСС) GPS/ГЛОНАСС вследствие непреднамеренных и преднамеренных помех, внутри помещений, в условиях Крайнего Севера и т. п. Сеть наземных псевдоспутников (ПС) излучает сигнал, схожий по параметрам с сигналом GPS/ГЛОНАСС, который может быть принят обычным приемником GPS/ГЛОНАСС, с минимальными программными модификациями. Наземное функциональное дополнение позволяет: увеличить точность позиционирования до 5–10 см за счет отсутствия у наземных станций эфемеридных и ионосферных погрешностей, а также за счет геометрически оптимального размещения псевдоспутников; увеличить мощность сигнала, за счет чего многократно повысить устойчивость к РЭБ; обеспечить навигацию внутри помещений; обеспечить возможность работы с «длинными кодами» типа ВТ [1].

Целью данной работы является определение способов синхронизации радионавигационного поля интегрированной системы навигации на основе псевдоспутников. Синхронизацию ПС в радионавигационной системе РНС ближней навигации можно осуществлять следующими способами: синхронизация по волоконно-оптической линии всех базовых станций ПС от ведущего высокостабильного стандарта времени и частоты (в условиях автономной работы); синхронизация по радиоканалу всех базовых станций ПС по контрольным сигналам; синхронизация каждого ПС от своего ГНСС-приемника; физическая транспортировка эталонного времени стандарта частоты и времени.

Синхронизация по волоконно-оптической линии передачи: формирование и доставка к сетевым базовым станциям ПС сигналов синхронизации требуемого качества являются главными функциями системы тактовой синхронизации [2]. Фаза идеального синхросигнала пропорциональна времени и может служить эталоном времени в каждом сетевом элементе.

Поэтому основу системы синхронизации составляют: источники синхросигналов частоты и времени; каналы передачи и распределения синхросигналов; система контроля и управления распределением синхросигналов. При построении систем синхронизации частоты и времени в современных системах используются два основных метода синхронизации стандартов частоты и времени в базовых станциях ПС: метод взаимной синхронизации; метод принуди-

* © Тропин А.А., Кабанов Э.М., 2019

тельной синхронизации [3]. Взаимная синхронизация предусматривает обмен синхросигналами между всеми узлами сети и формирование на основе анализа их расстройки частоты и времени, сигналов управления и поправки частоты стандарта частоты каждой базовой станции. Из-за сложности реализации устойчивого механизма синхронизации и определения рабочей частоты сети метод взаимной синхронизации находит ограниченное применение в основном при резервировании источников синхросигналов в составных устройствах синхронизации. В соответствии с методом принудительной синхронизации сигнал центрального высокоточного и высокостабильного стандарта частоты распределяется по сети и доставляется ко всем стандартам частоты базовых станций ПС. Метод принудительной синхронизации обеспечивает наибольшую стабильность работы и надежность системы тактовой синхронизации, поэтому широко используется в современных сетях синхронизации частоты и времени.

Синхронизация с использованием перевозимых стандартов частоты и времени: при исследованиях метрологических характеристик систем распределения единого точного времени большую роль играют перевозимые эталонные часы, которые позволяют достоверно и с малыми погрешностями определять значения задержек распространения сигналов единого точного времени в средах и линиях передачи, имеющих значительную протяженность. Преимущество синхронизации системного времени с помощью перевозимого эталонного стандарта частоты и времени состоит в том, что исключаются неопределенности, связанные с инструментальными, аппаратурными запаздываниями и распространением радиосигнала в тропосфере [4].

Синхронизация при помощи радионавигационных сигналов ГНСС: нахождение базовой станции ПС бортового времени навигационный космический аппарат (НКА) и системного времени ГНСС осуществляется с использованием навигационной информации, передаваемой в излучаемом НКА радиосигнале. При этом может быть реализовано несколько способов синхронизации шкалы времени (ШВ) потребителя, отличающихся точностью: расчет поправки к шкале времени потребителя на основе псевдодальномерных измерений; использование меток времени, передаваемых в навигационном сигнале; применение дальномерных кодов, передаваемых в навигационном сигнале НКА [5]. С помощью глобальных навигационных спутниковых систем обеспечивается сличение разнесенных атомных часов с точностью ± 3 нс (СКО ≈ 1 нс). При использовании всех радионавигационных сигналов НКА сверка ШВ системы базовых станций ПС производится обработкой результатов измерений времен прихода сигналов на эти станции и путем обработки полученной оперативной и неоперативной информации от каждого НКА. При этом каждый из синхронизируемых элементов системы ближней навигации независимо сверяет свою ШВ с ШВ сети ГНСС, определяет поправку и корректирует свою ШВ на размер этой поправки и передает информацию о рассогласовании на центральный хронизатор радионавигационная система (РНС) ближней навигации. Наиболее характерные алгоритмы обработки измерения базируются на использовании метода наименьших квадратов или рекуррентного фильтра Калмана. Необходимо от-

метить, поскольку РНС на основе ПС является системой ближней навигации, то проводимые измерения и синхронизация будут производиться одновременно всех базовых станций по одному и тому же созвездию НКА. Таким образом, часть вышеупомянутых погрешностей взаимно компенсируется подобно тому, как это имеет место при работе по ГНСС в дифференциальном режиме.

Таким образом, исследуя все вышеупомянутые способы синхронизации радионавигационного поля интегрированной системы навигации на основе (ПС), можно выделить преимущества и недостатки каждого способа: сложность реализации устойчивого механизма синхронизации и определения рабочей частоты сети ограничивает применение в основном при резервировании источников синхросигналов; метод принудительной синхронизации обеспечивает наибольшую стабильность работы и надежность системы тактовой синхронизации; преимущество синхронизации системного времени состоит в том, что исключаются неопределенности, связанные с инструментальными, аппаратурными запаздываниями и распространением радиосигнала в тропосфере; влияние погрешность многолучевого приема сигналов НКА при сличении высокостабильных генераторов может быть уменьшено за счет усреднения результатов измерений на интервалах времени в несколько часов. Можно выделить два способа: синхронизация с использованием перевозимых стандартов частоты и времени, синхронизация при помощи радионавигационных сигналов ГНСС

Список литературы

1. Гребенников А. В., Кондратьев А. С., Сизасов С. В., Хазагаров Ю. Г. Компаратор специальных сигналов для калибровки и метрологической аттестации источников навигационных сигналов ГНСС // Сб. докладов VIII научно-технической конференции «Радионавигационные технологии в приборостроении». Туапсе, 2010.
2. Волоконно-оптическая техника. Техничко-коммерческий сборник. М., АО ВОТ. 1993. № 1.
3. Оптические кабели // Вестник связи. 1993. № 3, 4, 7, 9.
4. Фатеев Ю. Л., Гладышев А. Б., Ратушняк В. Н., Голубятников М. А. Организация и структура радиотехнической системы ближней навигации на основе псевдоспутников // Радионавигационные технологии. Сер. «Радиосвязь и радионавигация». М., 2017. С. 34–37.
5. Тяпкин В. Н., Гарин Е. Н., Дмитриев Д. Д., Ратушняк В. Н., Фатеев Ю. Л. Оценка погрешностей измерения навигационных параметров в системе ближней навигации на основе псевдоспутников // Радионавигационные технологии Сер. Радиосвязь и радионавигация. М., 2017. С. 78–84.

СТЕНДОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ РОЛИКО-ФРИКЦИОННОГО ПРИВОДА КОЛЕС ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

О.В. Труфанов, М.В. Тонких, М.А. Кунгуров*

Научный руководитель А.А. Сорокин
ассистент

Сибирский федеральный университет

Приоритетным направлением развития Красноярского края является освоение северных территорий, что напрямую связано с использованием транспортных средств (ТС) повышенной проходимости.

Одним из способов увеличения показателей проходимости ТС является роliko-фрикционный привод колёс [1, 2]. Такой привод уже используется на различных видах техники, при этом его свойства изучены мало.

Для экспериментального исследования свойств роliko-фрикционного привода колёс был спроектирован и изготовлен стенд, схема которого представлена на рис. 1.

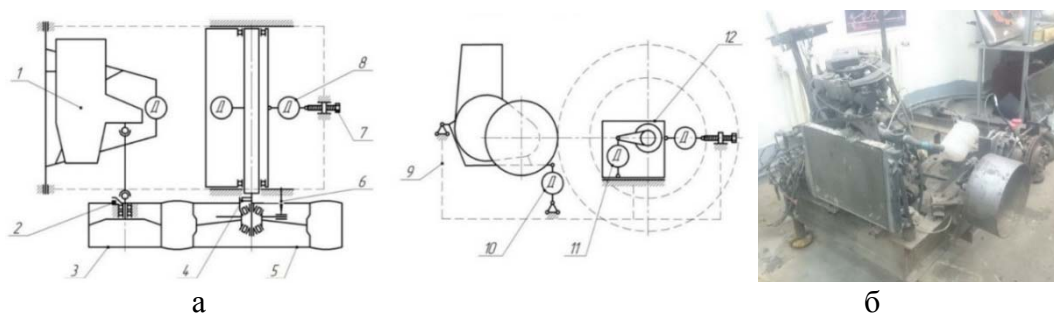


Рис. 1. Стенд для испытания роliko-фрикционного привода колеса: а – схема: 1 – силовой агрегат; 2, 4 – датчики частоты вращения ролика и колеса соответственно; 3 – ролик; 5 – колесо; 6 – тормоз; 7 – винт изменения силы прижатия колеса; 8, 9, 11 – динамометры для измерения силы прижатия, крутящего момента двигателя, крутящего момента на колесе соответственно; 9 – рама стенда; 12 – подвижная рама установки колеса

Объектом испытаний являлся роliko-фрикционный привод, состоящий из гладкого стального ролика диаметром 322 мм и автомобильного колеса с шиной Bridgestone Sneaker 175/70 R 14, износ протектора 95 %, давление 1–2 атм. При испытаниях измерялись следующие параметры: частоты вращения колеса и ролика (счётчики импульсов с относительной погрешностью 12 %); усилия на динамометрах колеса и ролика (динамометры АЦДУ50/1И-2 с относительной погрешностью $\pm 0,45$ %), температура шины колеса (термометр INFRARED DT8380, с относительной погрешностью $\pm 0,5$ %), статический радиус колеса

* © Труфанов О.В., Тонких М.В., Кунгуров М.А., 2019

при разных прижатиях колеса к ролику (штангенциркуль). Варьируемые параметры: сила прижатия колеса к ролику (фиксированное положение для каждой серии экспериментов) и тормозной момент на колесе (динамометры АЦ-ДУ50/1И-2 с относительной погрешностью $\pm 0,45\%$); давление в шине (манометр ТМ-510Р, класс точности 1,5).

Для исключения влияния упругих элементов креплений силового агрегата, динамометров, а также плеч на показания динамометров была произведена их тарировка. Полученные данные аппроксимированы методом наименьших квадратов [3], полагая, что зависимости показаний динамометра у ролика и колеса от приложенного крутящего момента x к ролику и колесу, соответственно, линейные (рис. 2):

$$y = b_1 \cdot x + b_2, \quad (1)$$

где b_1, b_2 – параметры функции.

Коэффициенты b_1 и b_2 для ролика и колеса, соответственно, вычисляются из следующей системы уравнений:

$$\begin{cases} b_1 \sum_{c=1}^n x_i^2 + b_2 \sum_{c=1}^n x_i = \sum_{c=1}^n x_i y_i \\ b_1 \sum_{c=1}^n x_i + n b_2 = \sum_{c=1}^n y_i \end{cases}, \quad (2)$$

где n – количество измерений; x_i – i -е приложенный момент, Нм; y_i – i -е показание динамометра, Н.

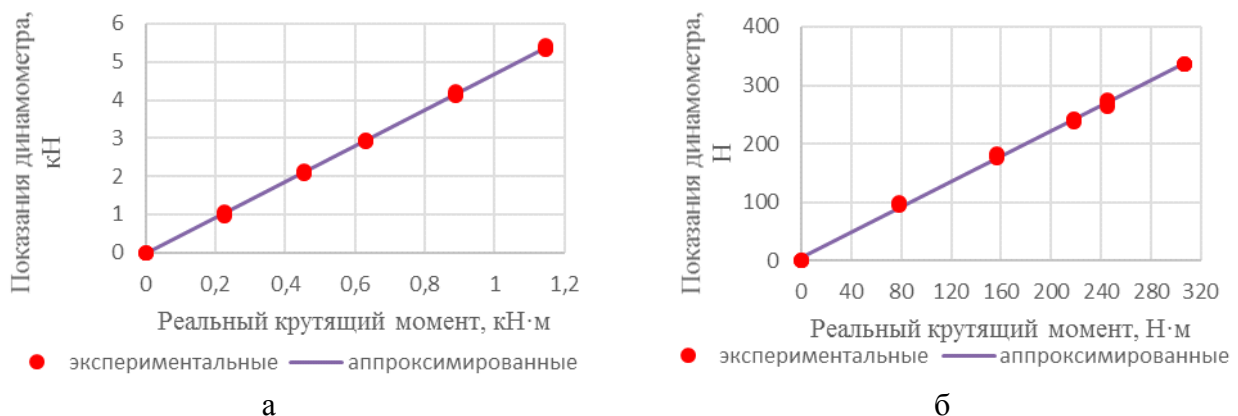


Рис. 2. Результаты тарировки: а – для колеса, б – для ролика

Результаты аппроксимируем методом наименьших квадратов (рис. 3): уравнение гиперболы:

$$y = a - \frac{b}{x} \quad (3)$$

где a, b – параметры функции;
уравнение параболы:

$$y = a + \sqrt{b \cdot (x - c)}, \quad (4)$$

где a , b , c – параметры функции.

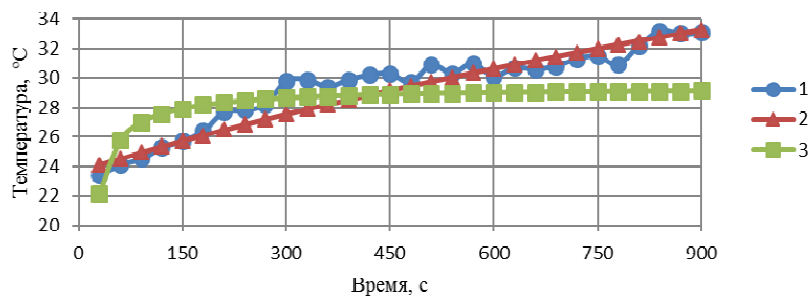


Рис. 3. Результаты аппроксимации при давлении 1,5 Атм и прижимном усилии 4760 Н: 1 – линейное уравнение; 2 – уравнение параболы; 3 – уравнение гиперболы

В рабочем диапазоне полученные экспериментальные значения повышения температуры от времени более качественно описывается параболической зависимостью, однако, исходя из физических явлений (существует установившийся температурный режим), правильнее будет аппроксимировать полученные результаты гиперболической зависимостью (рис. 4).

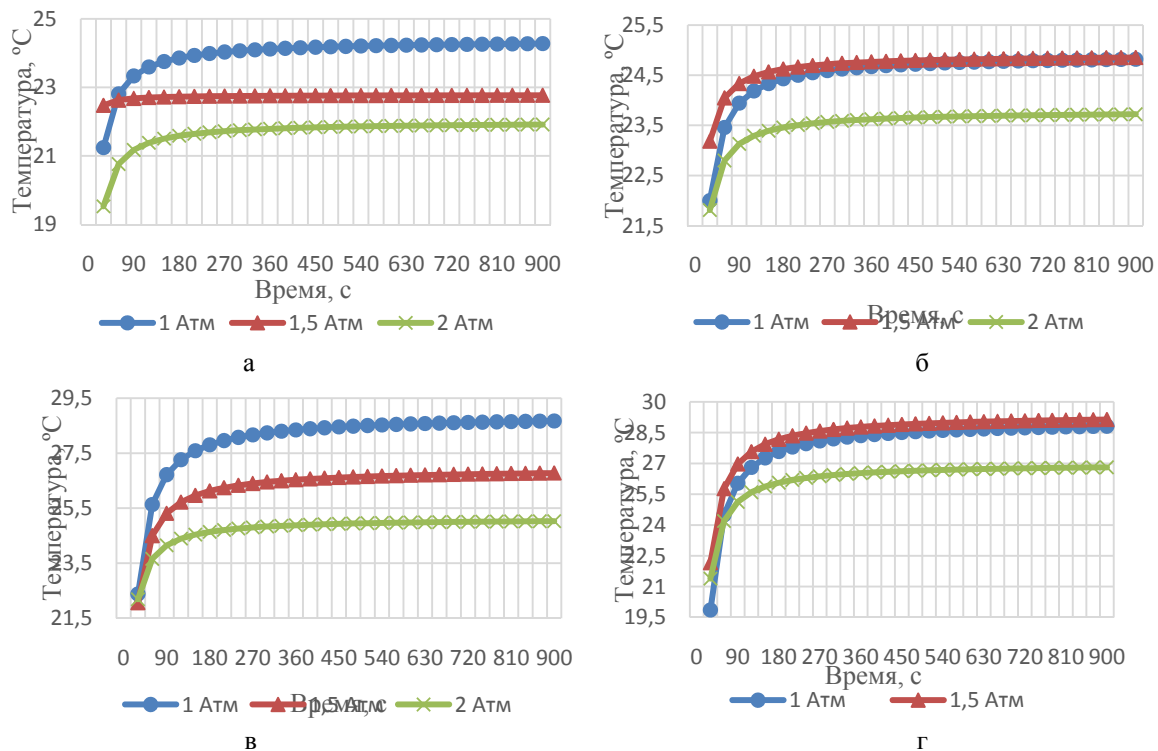


Рис. 4. Графики гиперболических зависимостей повышения температуры от времени при прижимном усилии: а – 1360 Н; б – 2040 Н; в – 3400 Н; г – 4760 Н

Созданная стендовая установка позволяет в полной мере проводить исследования основных характеристик роliko-фрикционного привода, а именно оценивать потери в приводе, передаваемый крутящий момент от различных па-

раметров и условий привода. Результаты тарировки показали высокую сходимость, относительная погрешность составила не более 2 %. Результаты испытаний показали, что наибольшее влияние (без учёта проскальзывания) на потери в приводе оказывает упругость боковины шины, при этом характер изменения температуры шины во времени оценивается гиперболической зависимостью.

Список литературы

1. Тарасик В. Н. Теория движения автомобиля : учебник для вузов. СПб. : БХВ-Петербург, 2006. 478 с.
2. Пат. 2455175 Российская Федерация. МПК В60К17/36. Система привода транспортного средства / Зеер В. А., Жарков И. С., Сорокин А. А., Муромцев А. С.; заявл. 15.02.2011; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19.
3. Вайнштейн И. И. Прикладная математика : учеб. пособие. Красноярск, 1993. 139 с.

ВЫБОР ТИПА И КОНСТРУКЦИИ ПАССИВНОГО РАДИООТРАЖАТЕЛЯ КОМПЛЕКСА ПАССИВНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ, РЕАЛИЗУЮЩЕГО УГЛОМЕРНО-РАЗНОСТНО-ДАЛЬНОМЕРНЫЙ МЕТОД

У.Ю. Усольцева, И.Е. Плескачев*

Научный руководитель А.Н. Фомин
кандидат технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

В настоящее время в системе ПВО основным средством воздушной разведки являются активные радиолокационные средства. Это предъявляет высокие требования к ним и вызывает дополнительные затраты ресурсов на совершенствование их систем борьбы с активными помехами, что является не всегда оправданным при низкой живучести и высокой стоимости данных РЛС.

Несмотря на принимаемые меры по обеспечению в активных РЛС большой дальности обнаружения и определения координат средств воздушного нападения (СВН), в силу объективных законов физики, всегда энергетически и экономически эффективнее ставить помехи, чем создавать системы защиты от них.

Высокий уровень развития теории пассивной локации позволяет осуществлять обнаружение воздушных объектов по их собственному излучению на дальностях, при которых мощность принятого сигнала может явно не выделяться над уровнем внутренних шумов приемного тракта [1].

В работе [2] проводится исследование возможности использования сигналов от постановщиков активных помех (ПАП) и других источников излучения с помощью угломерно-разностно-дальномерного метода.

Это связано с тем, что данный метод является энергетически наиболее выгодным из всех существующих методов пассивной локации за счет использования высоконаправленной антенны с большим коэффициентом усиления и при использовании электромагнитной энергии одного ПАП позволяет однозначно оценить координаты любого количества объектов, так как система уравнений имеет единственное решение.

Реализация данного метода предполагает использование цифровой фазированной антенной решетки (ЦФАР), расположенной в основном пункте приема. ЦФАР формирует две ДНА: первая образует целевой канал (ЦК) в направлении на воздушный объект (ВО) или контрольный местный предмет (КМП); вторая образует опорный канал (ОК) в направлении на ПАП. При этом под КМП понимается возвышенность искусственного или естественного происхождения, находящаяся в зоне прямой видимости РЛС и имеющая точно известные координаты, при этом положение энергетических центров «блестящих точек» позволяет однозначно оценить координаты этого КМП.

* © Усольцева У.Ю., Плескачев И.Е., 2019

В соответствии с положениями угломерно-разностно-дальномерного метода пассивной локации на рис. 1 поясняется геометрия определения координат ПАП с одной базой. На рис. 1 показана РЛС, которая формирует две достаточно узкие ДНА – на ПАП и КМП. На ПАП сформирован ОК для приема эталонного сигнала для корреляционного обнаружителя. На КМП формируется ЦК для приема отраженного сигнала. По сигналу, принятому непосредственно от ПАП, и сигналу, отраженному от КМП, с помощью корреляционного обнаружителя определяется разность расстояний, пройденных сигналами, принятыми напрямую от ПАП и переотраженного от КМП.

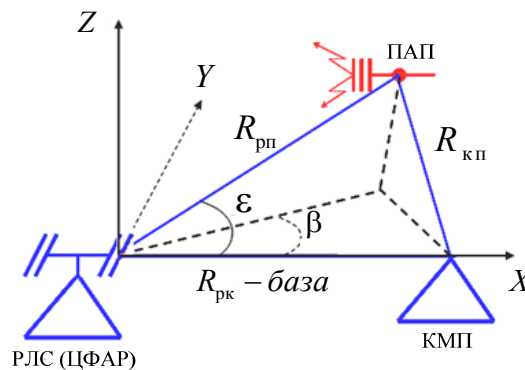


Рис. 1. Геометрия определения координат ПАП угломерно-разностно-дальномерным методом с одной базой

В соответствии с расположением объектов ПАП, КМП и РЛС разность расстояний, пройденных сигналами, определяется как

$$\Delta r = (R_{PK} + R_{КП}) - R_{РП}, \quad (1)$$

где $R_{КП}$ – расстояние, пройденное сигналом от ПАП до КМП; $R_{РП}$ – расстояние, пройденное сигналом от ПАП до РЛС.

Таким образом, местоположение ВО в пространстве соответствует точке пересечения двух плоскостей и поверхности гиперboloида:

$$R_{РП} = \frac{R_{PK}^2 - \Delta r^2}{2 \cdot (R_{PK} \cdot \cos(\varepsilon) \cdot \cos(\beta) - \Delta r)}, \quad (2)$$

где углы β и ε характеризуют азимут и угол места ПАП относительно линии базы; R_{PK} – база системы (B), расстояние от точки стояния РЛС до КМП; Δr – разность расстояний, пройденных сигналами от ПАП до РЛС и переотраженного сигнала от КМП до РЛС, которая определяется согласно выражения (1).

Важной и актуальной задачей при реализации данного метода определения местоположения ПАП является выбор типа, конструкции и места установки КМП (пассивного отражателя). Методика решения подобной аналогичной задачи была предложена и исследована в работе [4].

Модуль УРО должен обеспечивать отражение сигнала в углах от 0° до 180° (верхняя полусфера). Компоновка из четырёх УРО позволит отражать сигналы ПАП при всевозможных положениях модуля относительно постановщика помех. Недостатком такой компоновки является провал ЭПР при нахождении ПАП в зените над модулем УРО.

На рис. 3 представлен вариант компоновки модуля УРО из четырёх треугольных УРО и одной двухгранной пластины посередине. Такая конструкция модуля УРО позволит избежать отмеченного выше недостатка.

Заключение

Таким образом, описанная выше методика позволяет решить задачу выбор типа, конструкции и места установки КМП (пассивного радиотражателя) для комплекса пассивной локации, реализующего угломерно-разностно-дальномерный метод. Для подтверждения положительных выводов предложенной методики необходимо проведение экспериментальных измерений ЭПР составных модулей УРО.

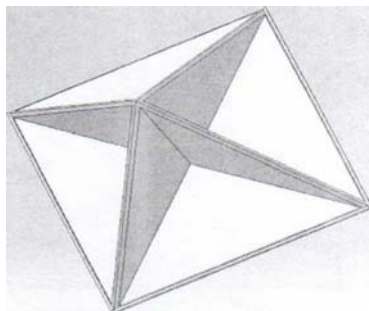


Рис. 2. Трёхмерная модель модуля из четырёх УРО

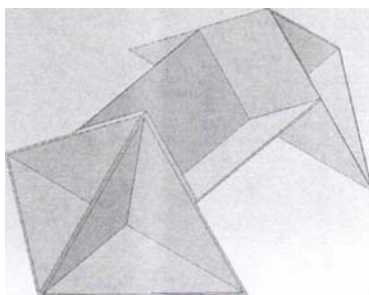


Рис. 3. Трёхмерная модель модуля из четырёх УРО и одной двухгранной пластины

Список литературы

1. Радиоэлектронные системы: основы построения и теория : справочник / под. ред. Я.Д. Ширмана. М. : ЗАО Маквис, 1998.
2. Алгоритм обнаружения корреляционно-базовым средством пассивной локации сигнала постановщика активных шумовых помех, переотраженного от воздушного объекта. Всероссийская военно-научная конференция (23 марта 2018 года, Тверь) : сборник материалов. Секция 5. Направления развития фор-

мы и способов боевого применения радиотехнических формирований с учетом опыта боевого применения РТВ в Сирийской Арабской Республике.

3. Бердышев В. П., Куликов В. Н., Кузнецов В. В. [и др.] Системотехнические основы построения вооружения радиотехнических войск. Часть 2. Воздействие пассивных помех и защита от них. Основы построения обзорных радиотехнических средств : учебник / год общей ред. В.П. Бердышева. Тверь: ВА ВКО, 2008. 248 с.

4. Грицан О. Б., Бадертдинов А. М., Чеботарёв В. Е., Фомин А. Н. Спутниковая радиоизмерительная система с уголковыми радиоотражателями : сб. материалов Международной Сибирской конференция по контролю и связи (СИБКОН-2013). Раздел 2. 12–13 сентября, г. Красноярск, 2013.

СТЕНДОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДЕМПФИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

И.В. Цирис*

Научный руководитель Д.Л. Окладников

Сибирский федеральный университет

Электромеханические амортизаторы (ЭМА) с рекуперативным эффектом являются наиболее перспективными демпферами подвесок транспортных средств (ТС). Преимущество ЭМА обусловлено следующими факторами:

- рекуперация энергии демпфирования;
- широкий диапазон параметров демпфирования обеспечивающий оптимальные характеристики в зависимости от условий движения;
- независимость рабочих характеристик от температуры окружающей среды.

Однако на данный момент ЭМА остаются мало изученными, в связи с этим требуются подробное исследование различных структурных схем и конструктивных исполнений ЭМА.

Одной из проблем в их исследовании является функциональные ограничения представленных на рынке стендов для тестирования и испытания гидравлических амортизаторов, которые не обладают достаточным спектром задаваемых условий для тестирования. Поэтому в данной статье предложена модель стенда для испытаний демпфирующих устройств с возможностью имитации различных условий движения.

В таблице представлено сравнение основных характеристик серийных стендов [1–3] и стенда предлагаемой конструкции, необходимых для исследования ЭМА.

Таблица

Сравнение основных характеристик серийных и предложенного стендов

Параметр	Единицы измерения	«SS-20»	«Dynolab Shock Dyno 1000»	«Demfi»	Разработанный стенд
Ход штока амортизатора при испытании (диагностике)	мм	70	10...100	10...110	60...180
Максимальная скорость штока	м/с	0,73	–	–	1,6
Максимальная частота	Гц	–	6,5	2	1,93
Максимальные габариты испытываемого амортизатора по длине/по ширине	мм	500/300	500/500	700	700/500
Допускаемая нагрузка	кг	350	1500	1000	2000

* © Цирис И.В., 2019

Согласно представленным данным предлагаемая стендовая установка обладает более широким диапазоном изменения условий для испытания, чем стенды, выпускаемые серийно.

3D-модель установки с описанием конструкции представлена на рис. 1. Стенд состоит из кривошипно-ползунного механизма (КПМ), приводимого в движение электродвигателем П32М посредством двух ременных передач. Для обеспечения равномерности вращения приводного вал КПМ, независимо от создаваемой исследуемым демпфером силы сопротивления, применен стальной маховик, выполняющий также функцию шкива. Шкив быстроходной передачи (первой) выполнен составным из алюминия, для снижения действий сил инерции, в связи с высокой угловой скоростью движения, и ремонтпригодности конструкции.

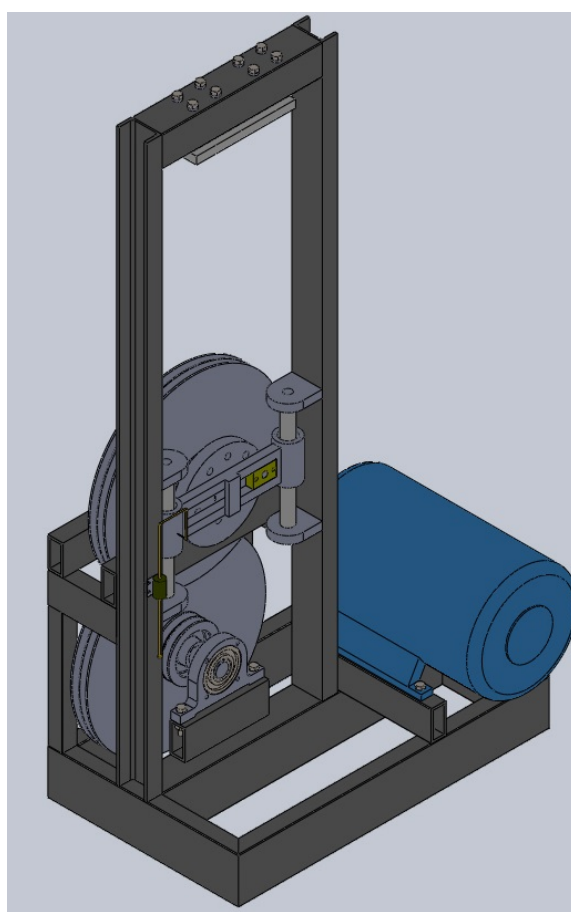


Рис. 1. 3D-модель стенда

Для отслеживания параметров исследуемых образцов применены следующие устройства:

- линейный датчик перемещения LZW1 для оценки хода штока демпфера;
- тензодатчик ДВН, измеряющий усилие сопротивления перемещению штока;

- прецизионный многооборотный резистор 3543S-1-103L, создающий нагрузку на контактах ЭМА;
- осциллограф DSOX3034T, оценивающий рекуперативные свойства ЭМА посредством измерения напряжения в цепи и на выходах шунта для определения силы тока в цепи.

В качестве устройства вывода данных применен АЦП L-card 154 и прикладная программа POWERGRAPH установленных на персональный компьютер.

В связи с неравномерностью движения ползуна КПМ необходимо проанализировать зависимости скорости и ускорения от заданной частоты колебаний хода штока.

Уравнение перемещения сконструированного кривошипно-ползунного механизма [4]:

$$x=r-r\cdot\cos(\omega\cdot t), \quad (1)$$

где x – линейное перемещение в вертикальной плоскости, м; r – изменяемый радиус кривошипа, м; ω – угловая скорость маховика, рад/с; t – время, с.

Дифференцируя уравнение (1), определяем скорость в требуемый момент времени:

$$\dot{x}=\omega r\cdot\sin(\omega\cdot t). \quad (2)$$

Дифференцируя уравнение (2), получаем ускорение в требуемый момент времени:

$$\ddot{x}=\omega^2 r\cdot\cos(\omega\cdot t). \quad (3)$$

Поскольку справедливо равенство

$$\varphi = \omega \cdot t, \quad (4)$$

где φ – угол поворота маховика, град.,

то для уравнений (1)–(3) справедлива такая форма:

$$x=r-r\cdot\cos(\varphi); \quad (5)$$

$$\dot{x}=\omega r\cdot\sin(\varphi); \quad (6)$$

$$\ddot{x}=\omega^2 r\cdot\cos(\varphi). \quad (7)$$

Графики зависимостей (рис. 2), соответствующие параметрам движения КПМ при радиусе кривошипа 60 мм и угловой скорости 0,99 рад/с, позволяют определить тот или иной параметр движения в момент времени.

Применение рассмотренного закона движения позволит наиболее точно определить зависимость выходных параметров демпфера от условий движения штока.

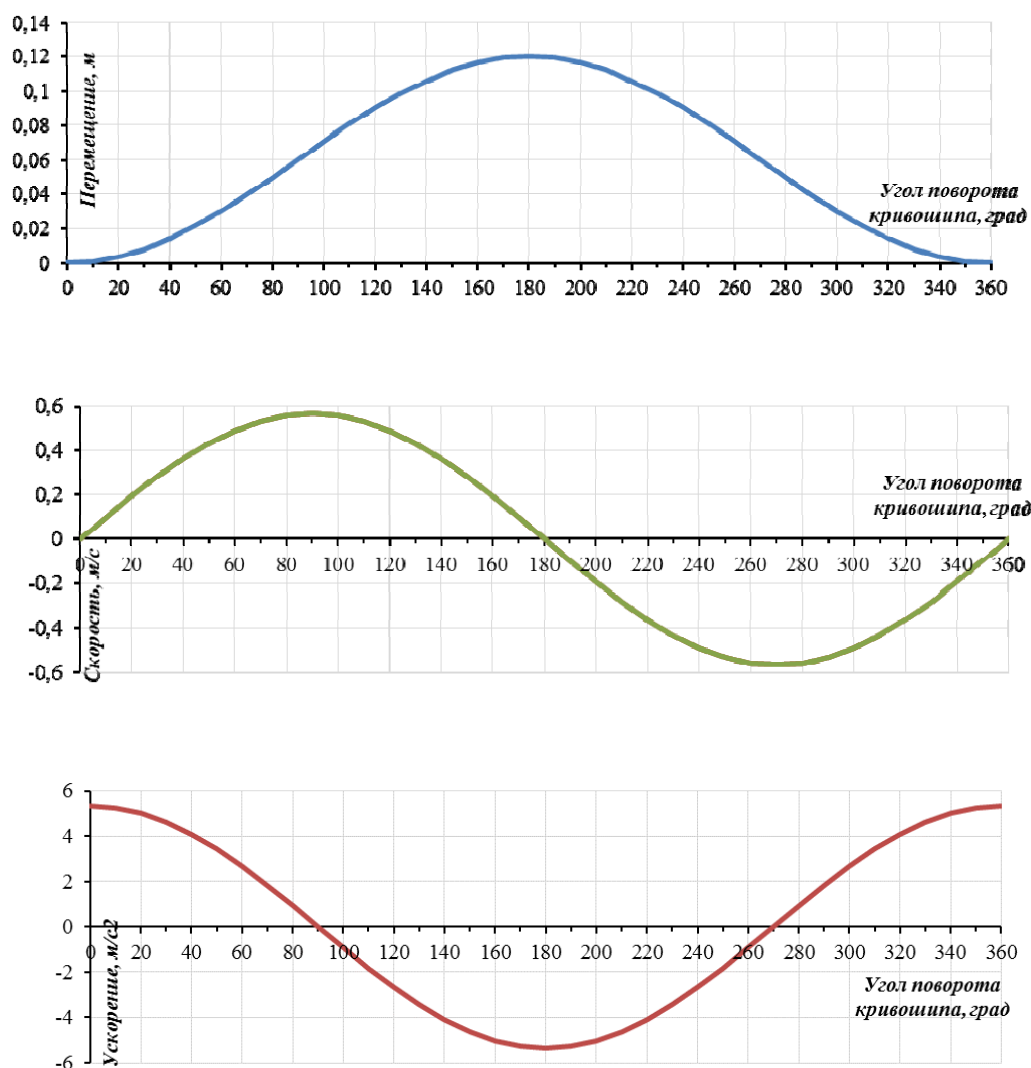


Рис. 2. Графики зависимостей перемещения, скорости и ускорения от частоты вращения

Предложенная стендовая установка обеспечивает имитирование движения ТС в различных условиях любых демпфирующих устройств, в том числе ЭМА, в полной мере.

Список литературы

1. Стенд диагностики амортизаторов. М., 2019. URL: <https://ss20.pro>.
2. Стенд для испытания амортизаторов Демфи. М., 2019. URL: <https://demfi.ru>.
3. Динамометрический стенд для тестирования амортизаторов. Жуковский, 2019. URL: <https://dynolab.ru>.
4. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин. М. : Альянск, 2008. 640 с.

**Стандартизация, метрология
и управление качеством
в промышленном производстве**

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ АЭРОПОРТОВ ПО МЕТОДОЛОГИИ ASQ

Д.М. Абросова, Е.А. Алексеева*

Научный руководитель С.А. Белякова
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Организация ASQC была основана 16 февраля 1946 г. 253 членами в Милуоки, штат Висконсин, с Джорджем Д. Эдвардсом в качестве первого президента. Организация была создана для экспертов по качеству и производителей, чтобы поддерживать методы улучшения качества, используемые во время Второй мировой войны. В 1948 и 1997 гг. кодекс этики ASQC устанавливает стандарты для участников, чтобы вести свою деятельность и бизнес, и организация изменяет название с «Американского общества контроля качества» на «Американское общество качества» [1].

Сегодня ASQ является глобальной организацией, членами которой являются более 130 стран. ASQ предоставляет своим членам сертификацию, обучение, публикации, конференции и другие услуги [2]. На международном уровне ASQ сформировал отношения с некоммерческими организациями, которые имеют сопоставимые миссии и принципы, формируя совместные усилия для удовлетворения потребностей качества компаний, отдельных лиц и организаций [1].

АСІ (Международный Совет Аэропортов) является единственным глобальным торговым представительством аэропортов в мире, цель которого – представление интересов аэропортов – членов организации, поиск путей сотрудничества их с авиакомпаниями и другими партнерами для создания условий, необходимых для успешного функционирования всей отрасли, продвижение интересов операторов аэропортов в регулирующих органах и законодательных структурах, а также в кругах, влияющих на формирование общественного мнения об аэропортовом бизнесе [3].

АСІ является владельцем основной программы опроса по качеству аэропортовых услуг, которая предлагается в качестве услуги аэропортам-членам АСІ на основании годовой подписки. Основная программа опроса по качеству аэропортовых услуг является оценкой удовлетворенности клиентов и услугой по сопоставительному анализу, которая предоставляет аэропортам-участникам данные, управленческую информацию и способность оценить впечатления пассажира об обслуживании в аэропорту в день вылета/прилета. Данные и результаты опроса являются конфиденциальными и изучаются аэропортами-участниками только в соответствии с условиями договора об участии.

Аэропорты-участники могут использовать данную информацию для оценки их деятельности и определения возможностей для улучшений, а также

* © Абросова Д.М., Алексеева Е.А., 2019

могут сравнить свои результаты с результатами других Аэропортов-участников в Африке, Азиатско-Тихоокеанском регионе, Европе, Латинской Америке и др.

Исследование качества аэропортовых услуг проводится с использованием опросника, предоставленного АСІ, который содержит информацию о пассажире-респонденте и уровне удовлетворенности пассажира по более чем 30 различным аспектам услуг, оказываемым пассажиру в данном аэропорту в день вылета/прилета.

Основная подписка на основную программу опроса по качеству аэропортовых услуг включает обработку и анализ 350 заполненных опросников по программе опроса в квартал.

Аэропорт-участник обычно организует проведение опроса по качеству аэропортовых услуг, используя свои или привлеченные ресурсы. При необходимости АСІ может в качестве дополнительной услуги организовать проведение опроса от имени Аэропорта-участника.

Основная программа опроса по качеству аэропортовых услуг АСІ действует в течение года с ежеквартальным проведением опросов (1-й квартал: январь – март, 2-й квартал: апрель – июнь, 3-й квартал: июль – сентябрь, 4-й квартал: октябрь – декабрь).

АСІ руководит предоставлением услуги основной программы опроса по качеству аэропортовых услуг. Деятельность, связанная с изучением рынка, включая обработку данных, анализ и подготовку отчетности, будет проводиться АСІ или уполномоченным субподрядчиком АСІ в соответствии с принимаемым АСІ в тот или иной момент времени решением о передачи работы на субподряд.

Аэропорт-участник получает, благодаря подписке, стандартные и дополнительные продукты по услугам, на которые она оформлена.

На ежеквартальной основе аэропорт-участник получает доступ к порталу программного обеспечения по отчетности по качеству аэропортовых услуг, ежеквартальные отчеты по сравнительному анализу, исходные данные.

Доступ к порталу программного обеспечения по отчетности по качеству аэропортовых услуг можно получить через интернет с использованием безопасного логина и пароля. Портал является удобным для пользователя и предназначен для доступа пользователя к его данным и отчетности по опросу по качеству аэропортовых услуг. Портал позволяет пользователю работать с данными, создавать таблицы данных, графики сравнительного анализа и проводить анализ. Пользователь может затем включать эти данные в отчетность и презентации для руководства. Портал предлагает пользователю на выбор пять языков.

Ежеквартальный отчет по проведенному сравнительному анализу представляет в графическом формате показатели каждого аэропорта-участника по каждой услуге, охватываемой опросником по качеству аэропортовых услуг. В отчете приводятся результаты по демографическим категориям и по каждой категории пассажиров («все пассажиры», «пассажиры международных авиалиний», «пассажиры внутренних авиалиний»). Отчет также включает временные графики, демонстрирующие средние показатели аэропорта-участника в преды-

дущих кварталах. Помимо этого, отчет включает дополнительную информацию и анализы в табличной форме и в форме графиков (напр. частота сегментации пассажиров в квартале).

Публикуемый файл исходных данных, собранных во всех аэропортах-участниках в квартале, приводится как в формате SPSS (.sav), так и формате Excel (.xls), что позволяет пользователю проводить более детальный анализ данных. Каждый заполненный опросник по качеству аэропортовых услуг показывает ряд данных в файле с конкретной оценкой или ответом по каждой услуге или вопросу, указанному в отдельной колонке.

На ежегодной основе аэропорт-участник получает годовой отчет по опросу по качеству аэропортовых услуг аэропорта, доступ к форумам по качеству аэропортовых услуг.

Годовой отчет по опросу по качеству аэропортовых услуг подготавливается для каждого аэропорта-участника после завершения опроса по качеству аэропортовых услуг в календарном.

Форумы по качеству аэропортовых услуг представляют собой проводимые каждый год собрания членов ACI, принимающих участие в опросе по качеству аэропортовых услуг. Целью форумов является помочь аэропортам-участникам эффективно управлять удовлетворенностью пассажиров, улучшать качество аэропортовых услуг и обмениваться лучшими практиками аэропортовых услуг и примерами реализации с коллегами из разных стран.

Для оценки качества обслуживания аэропорта Красноярск по методологии ASQ, представленной международной ассоциацией ACI, и участия в программе было решено провести внутренний аудит. Используя кресельную загрузку аэропорта Красноярск [5], необходимая выработка 15 внутренних рейсов составила 23 опросника для каждой авиакомпании на период с 01.10.2018 по 31.12.2018. Всего было обработано 350 анкет, результаты обработки приведены на рисунке.

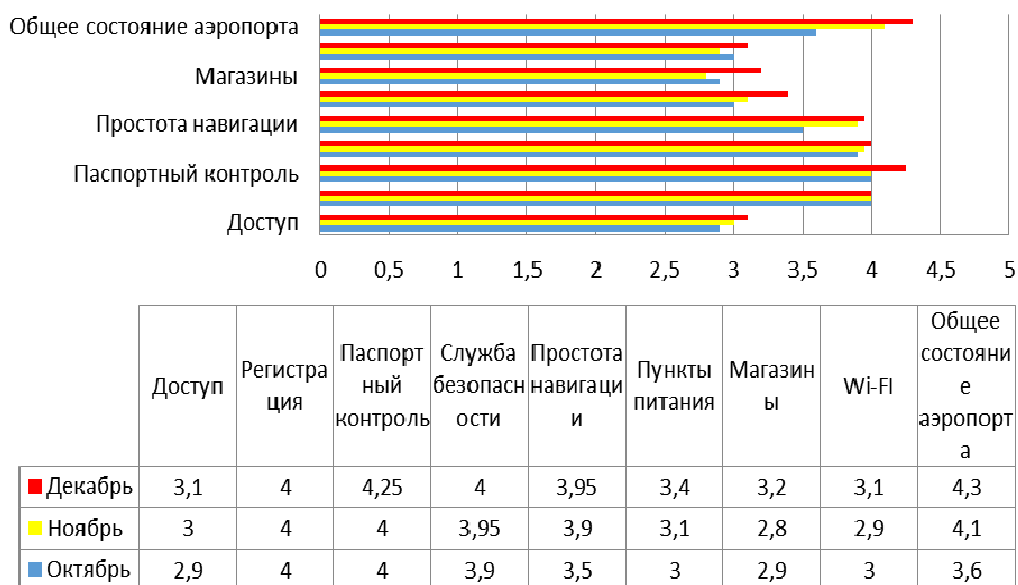


Рис. Среднее значение показателей

По предварительным средним значениям показателей выявлены высокая оценка паспортного контроля и низкая оценка доступа, требующая проведения корректирующих действий.

Список литературы

1. American Society for Quality Archives. A Brief History of ASQ. URL: <https://archives.library.illinois.edu/asq/asqhistory.html>.
2. ASQ, «QUALITY RESOURCES». URL: <https://videos.asq.org/asq-certification-at-50>.
3. Airports Council International, Airport Service Quality. URL: <https://aci.aero>.
4. ACI ASQ Survey Main: Fieldwork and Sample Plan Rules and Guidelines». URL: <https://aci.aero/customer-experience-asq/asq-awards/eligibility-criteria>.
5. Кресельная загрузка воздушных судов. Расписание за период с 01.10.18 по 31.12.18 : сайт. URL: <https://www.kja.aero/schedule>.

ФОРМИРОВАНИЕ НОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И СИТУАЦИОННОГО ПОДХОДА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ У ВЫПУСКНИКОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Т.В. Верминская¹, Н.И. Гоголь^{2*}

Научный руководитель Л.В. Гоголь¹
кандидат технических наук, доцент

¹*Сибирский федеральный университет*

²*МАОУ Лицей № 7*

Тенденции современной экономики направлены на формирование и развитие новых компетенций и ситуационного подхода в профессиональном образовании выпускников по специальности управление качеством. Этому способствует тенденция развития экономики, а также развития бизнеса и малого предпринимательства. Без малого, среднего и крупного бизнеса рынок не способен быть продуктивным. Старая модель ведения бизнеса со старым подходом к управлению не дает эффективности в современном мире. Нужен новый тип выпускников, у которых необходимо формировать бизнес-мышление, навыки, умения и компетенции начиная со школьной скамьи.

Целью нашего исследования было выявление нужных компетенций для выпускников данного направления.

Основными этапами исследования были сбор информации по данному вопросу, обработка, анализ и подведение итогов.

Исходя из выше сказанного, проведенные исследования выявили, какие именно навыки, умения и компетенции необходимы для выпускника данного направления в экономике страны.

Первая компетенция – умение решать сложные задачи в быстро меняющейся ситуации. Оно является первым по уровню востребованности, потому что быстрые изменения на рынке, технологиях, способах ведения бизнеса требуют нового подхода ведения бизнеса. Скорость и качество принятых решений имеет важное значение.

Вторая по значимости компетенция – критическое мышление. Из-за большого объема и легкого доступа к информации специалисты должны быть способны анализировать большие объемы данных, отбирать нужное и, правильно переосмысливая, будут успешны в своем деле.

Третья компетенция – креативность. Усложнение процессов требует нестандартных решений, не стоит забывать, что в эпоху цифровизации и автоматизации креативность станет одной из самых востребованных компетенций, так как машинам заменить это будет не по силам.

Четвертая компетенция – способность управления людьми без применения общих шаблонов, учитывая личностные качества, а также возрастающие требования к технической и компьютерной грамотности.

* © Верминская Т.В., Гоголь Н.И., 2019

Будущее цифровой экономики и многих компаний будет идти по пути совмещения человеческого и искусственного интеллекта, объединению усилий людей и роботов.

Пятая компетенция – навыки координации и взаимодействия. Стоит так же указать, что сюда входит умение управления изменениями, так как с ростом скорости изменений руководителю нужно как можно скорее адаптировать свою команду к новым условиям, и этот процесс становится непрерывным. Командообразование – мощный инструмент построения бизнеса. Растет актуальность формирования команд, способных в условиях быстро меняющейся реальности решать многовариантные сложные задачи при достижении результата.

Шестая компетенция – обладание эмоциональным интеллектом и стрессоустойчивость. Это не просто дань моде, это назревшая проблема во многих областях управления персоналом. Важно не только понимать эмоции, но и научиться управлять настроением, вызванным этими эмоциями.

Седьмая компетенция – клиентоориентированность, Сегодня проблема удержания клиента – одна из самых важных, так как от этого зависит прибыль бизнеса. Важно понимать, что клиент всегда прав. Такой отношение компании направленно на обеспечение положительных эмоций клиента и сделать повторные продажи.

Восьмая компетенция – навык ведения переговоров, умение договариваться, находить компромиссы. Сегодня это болевая точка многих предпринимателей.

Девятая – когнитивная гибкость. В условиях большого, открытого, многовариантного мира эта способность будет действительно важна. Благодаря ей мы сможем применить свою креативность и решить сложные задачи.

Все выше перечисленные компетенции выливаются в обладание руководителями бизнеса и предпринимателями ситуационного подхода в управлении персоналом. Для этого необходимо овладение, как минимум, четырьмя стилями руководства и умением применять их в разных ситуациях

Ситуационное мышление позволит убрать шаблонный подход в управлении персоналом, лучше понимать сотрудника и правильно распределять задачи, что приведет к уменьшению текучести персонала. Важно понимать, что в коллективе должны быть специалисты, ориентированные на решение задач или на построение отношений, есть захватчики, системщики и администраторы.

Все это приведет к увеличению эффективности бизнеса и предпринимательства, улучшит корпоративную культуру, что, в свою очередь, повлияет на улучшение экономической ситуации в стране.

Список литературы

1. Миллер И. С., Гоголь Л. В. Ситуационный подход и стили лидерства как способы усовершенствования организации // Качество в производственных и социально-экономических системах : сб. научн. трудов 5-й междунар. науч.-техн. конференции. Курск, 2017.
2. Ром Роберт А. Позитивная типология личности. Киев, 2010. 196 с.

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТА

Ю.Р. Гунчак*

Научный руководитель Н.В. Мерзликина

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Образование занимает одну из самых обширных сфер человеческой деятельности и решает вопросы самореализации и конкурентоспособности современных специалистов. В связи со сменой образовательной технологии необходимо внедрение новых методов и подходов к образованию для качественной подготовки обучающихся.

На сегодняшний день модернизация образования определила широкий и всесторонний интерес к проектной деятельности, которая является эффективным инструментом развития интеллектуальных способностей, профессиональных компетенций и решения практических задач. Проектная деятельность – «новая грань человеческой образованности», возможность развернуть проблему, рассмотреть ее со всех точек зрения, привлекая знания и информацию из разных областей, применить полученные результаты в реальном продукте деятельности [1].

Проектная деятельность включает в себя ряд основных этапов:

- 1) выявление проблемы: постановка проблемы, поиск методов и способов решения;
- 2) планирование этапов деятельности: составление пошагового плана, поиск инструментария;
- 3) реализация проекта: выполнение плана;
- 4) защита выполненной работы: визуализация, документация;
- 5) рефлексия.

В Сибирском федеральном университете с 2014 г. вопросами качества образования студентов занимается Студенческая комиссия по качеству образования (далее – Комиссия). Основной состав Комиссии определяется из студентов, обучающихся в Политехническом институте на специальности «Управление качеством», на кафедре стандартизации, метрологии и управления качеством, в том числе в Комиссию входят студенты, обучающиеся на разных специальностях и курсах. Данный орган студенческого самоуправления занимается разработкой и реализацией проектов, направленных на повышение качества образования студентов, получение новых знаний, практических навыков и надпрофессиональных компетенций. С 2018 г. Комиссия строго ориентирована на развитие проектного мышления, путем соблюдения основных этапов разработки проектов, систематической деятельности, постоянного обучения и участия в международных, городских и университетских конкурсах проектов.

* © Гунчак Ю.Р., 2019

В период с 2018 по 2019 г. от Комиссии было написано шесть проектов, студенты приняли участие в трёх проектных школах разного уровня, два проекта получили грантовую поддержку: конкурс-премия «Студенческий выбор» и «Неделя финансовой грамотности в СФУ». Все внутренние школы Комиссии модернизированы под проектное мышление.

В ходе проектной деятельности Комиссии можно выделить массу преимуществ, которые, несомненно, отразились на общих результатах работы. Например, заметно повысилась мотивация к деятельности, так как у каждого участника проекта есть возможность раскрыть свой творческий потенциал, проявить свою индивидуальность, попробовать свои силы, привнести что-то новое и публично показать результат. К тому же в проектной деятельности Комиссии студенты развивают не только профессиональные компетенции, но и формируют необходимые социальные навыки, связанные с культурой общения в команде, организацией совместной деятельности по проекту, а также надпрофессиональные навыки:

- развитие критического мышления;
- навыки работы с информацией;
- формулирование обоснованных выводов;
- принятие аргументированных решений [2].

Исходя из вышесказанного, проектная деятельность является комплексным инструментом, который можно применить абсолютно для любого студента, независимо от его подготовки и курса обучения.

Проектная деятельность (технология) в совокупности с традиционной технологией образования на данный момент является современным решением проблемы смены образовательной стратегии. Сравнительный анализ, представленный в таблице, даёт возможность сопоставить достоинства и недостатки двух технологий.

Таблица

Сравнительный анализ образовательных технологий

Традиционная технология образования	Проектная технология образования
Получение знаний от преподавателя	Самостоятельное приобретение знаний
Индивидуальная работа	Умение работать в команде
Ориентир на получение глобальных теоретических знаний.	Ориентир на развитие способности применять полученные знания на практике
Тотальный контроль	Самостоятельность, развитие ответственности
Ориентация только на одну специальность	Свободное владение профессией, ориентация в смежных областях
Отсутствие творческой составляющей	Раскрытие творческого потенциала, индивидуальности

Таким образом, можно сделать вывод на примере Студенческой комиссии по качеству образования СФУ о том, что взаимосвязь традиционной и проект-

ной технологий отражает суть модернизации российского образования. Данный подход характеризуется знаниями, умениями, способностями, личностными характеристиками, которые должны в совокупности использоваться в практической деятельности и формироваться через личностный опыт студентов. Используя в образовательной деятельности проектное мышление, можно повысить качество образования выпускников вузов, профессиональной подготовки современных кадров и мотивацию студентов к высокому уровню профессиональной деятельности.

Список литературы

1. Нетрадиционное педагогическое проектирование : учеб. пособие / В. Е. Радионов; С.-Петерб. гос. техн. ун-т. СПб. : Изд.-полигр. центр СПбГТУ, 1996. 140 с.
2. Скатова Е. А. Проектная деятельность как ресурс управления качеством образования студентов // Вестник российского нового университета. Серия : Человек в современном мире. 2017. С. 78–82.
3. Шабанов Г. А. Современные технологии интерактивного обучения студентов вуза // Цивилизация знаний: проблемы и перспективы социальных коммуникаций : труды XIII Международной научной конференции : в 2 ч. М. : РосНОУ, 2012. Ч. I. С. 316–320.
4. Гунчак Ю. Р., Мерзликина Н. В. Анализ ценностей поколений «икс» и «игрек» с целью повышения качества образования // Проспект Свободный 2017 : электронный сборник материалов международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2017. С. 13–16.
5. Качество образования [Электронный ресурс] : учебные материалы онлайн. URL: https://studwood.ru/791038/psihologiya/kachestvo_obrazovaniya.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ**М.О. Кирьяков, П.П. Мерзликина***Научный руководитель В.С. Секацкий
кандидат технических наук, доцент*Сибирский федеральный университет*

Важнейшую роль в обеспечении качества и конкурентоспособности продукции практически всех отраслей промышленности играет контрольно-измерительная техника, в которой особое место занимают средства измерения и контроля геометрических параметров ответственных деталей, узлов машин и механизмов. Измерение геометрических параметров требуется выполнять в большом диапазоне – от долей микрометра, например, при измерении шероховатостей в процессе производственного контроля чистоты отделки поверхностей в точном машиностроении) до нескольких метров в тяжелом машиностроении при измерении больших размеров [1].

Измерение деталей больших размеров (от 500 мм до нескольких метров) представляет значительные трудности. Детали больших размеров, содержащие наружные и внутренние посадочные поверхности и точные размеры с жесткими допусками, встречаются во многих отраслях: в энергетическом машиностроении при изготовлении турбин для электрических станций (см. рисунок), в тяжелом машиностроении при изготовлении валцов прокатных станков, элементов тяжелых экскаваторов, направляющих карусельных станков и т. п. Необходимость измерения больших размеров возникает в судостроении, ракетостроении, вагоностроении и других отраслях.



Рис. Элемент турбины

Для контроля больших размеров используют как прямые измерения, так и косвенные. При прямых измерениях искомое значение находят непосредственно из опытных данных. Под косвенными измерениями понимаются измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной за-

* © Кирьяков М.О., Мерзликина П.П., 2019

висимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Косвенные измерения осуществляются на многих заводах тяжелого машиностроения, главным образом при размерах измеряемых деталей свыше 2 м и до 20–30 м. Точность косвенных измерений, как правило, меньше, чем прямых, поэтому к ним прибегают, когда выполнение прямых измерений невозможно или сложно.

Первоначально для контроля больших диаметров применяли громоздкие жесткие скобы-калибры [2]. Они получались тяжелыми. Для облегчения их изготавливали из дерева, листа и труб, позднее из алюминиевых сплавов. Позднее начали выпускать микрометрические скобы для контроля валов, а для контроля отверстий сборные микрометрические штихмасы. Сборные штихмасы и микрометрические скобы выпускают и в настоящее время. Основным недостатком этих инструментов состоит в том, что ими очень неудобно пользоваться, причем измерения часто приходится проводить вдвоем. Результаты измерения ненадежны из-за значительных габаритов и веса измерительной оснастки (до 10 кг), ее тепловых и силовых деформаций.

Наиболее простым представителем косвенных измерений является измерение длины окружности измеряемой поверхности рулеткой и расчет по известной формуле ее диаметра. Основным недостатком такого метода измерений является низкая точность не столько из-за косвенного метода, а из-за большой погрешности рулетки.

Измерение диаметра детали обкатыванием ее мерным роликом имеет несомненные преимущества. Метод обкатывания основан на весьма простом принципе: ролик определенного диаметра прижимается к поверхности вращающегося изделия, установленного на станке, и вращается вместе с ним без скольжения. Прибор имеет простую конструкцию, небольшие габаритные размеры и может использоваться в процессе обработки на станках. Хорошо стыкуется с системой управления станком с ЧПУ. Техническая сложность при измерении заключается в определении точного отсчета начала и конца операции измерения.

Измерения внутренних и наружных размеров деталей от дополнительных баз производятся как на станках, так и вне станков (измерения деталей, полностью или частично обработанных; деталей, снятых со станка, измерения в процессе сборки крупных изделий др.). В качестве дополнительных измерительных баз используются поверхности обрабатываемого изделия, части станка или специальные колонки, упоры, угольники и т. п. Для измерения от дополнительных баз применяют нутромеры (штихмасы), штангенинструмент, специальные приборы. Следует отметить, что измерение от дополнительных баз довольно архаичный и не точный метод, но надо иметь в виду, что изделия с внутренним или наружным диаметром, например, более 2 м изготавливаются редко (это штучное и, как правило, специальное производство) и на заводе обычно нет специальных современных измерительных средств для таких целей.

Производственная фирма Vocchi (Италия) [3] выпускает измерители цифровые для измерения больших внутренних и наружных размеров в диапазоне от 50 до 4 300 мм. В перемещаемые по штанге каретки вмонтированы измерительные колки, цифровой индикатор, а также ограничительные штыри, устанавливающие определенную глубину измерения парой колодок-индикатор. Для контроля размеров деталей устройство калибруют по номинальному размеру, используя установочное кольцо, эталонную деталь, и др.

Седлообразные приборы (наездники) давно применялись при различных измерениях, главным образом, наружных диаметров, вследствие чрезвычайной простоты измерительной оснастки и дешевизны прибора. При измерении больших размеров наездники позволяли легко измерять крупногабаритные детали. Установка прибора на номинальный диаметр производится по цилиндрическим шайбам, диаметр которых близок измеряемому диаметру.

По аналогии седлообразным приборам в настоящее время фирмой TESA разработан универсальный электронный измерительный прибор ETALON ZEDURAN [4], который способен измерять диаметры внутренних и наружных поверхностей больших размеров с высокой точностью. Однако данный прибор больше подходит для измерения радиуса в месте измерения, поэтому при определении диаметра могут возникать погрешности из-за отклонения формы измеряемой поверхности.

Эта же фирма выпускает нутромер TESA UNITEST [4] для измерения внутренних размеров по оси инструмента с двухточечным контактом с измеряемой деталью. Отсчет показаний осуществляется по микрометру. Главным преимуществом является то, что встроенный индикатор часового типа служит для облегчения нахождения кульминационной точки при измерении.

Недостатком этого аналога является то, что в процессе измерения участвуют два средства измерения (микрометр и индикатор), каждый из которых имеет свою погрешность, входящую в суммарную погрешность прибора. Кроме того, перед измерениями прибор должен быть настроен на размер по эталонному кольцу или блоку концевых мер, размер которых соответствует номинальному размеру измеряемой поверхности.

Одним из распространенных средств измерений внутренних размеров является индикаторный нутромер. По ГОСТ 868–82 индикаторные нутромеры выпускаются для измерения внутренних размеров до 1 000 мм. Недостатком индикаторных нутромеров, как отечественных, так и зарубежных, является то, что перед измерением большого внутреннего размера необходимо каждый раз настраивать прибор по большому эталонному кольцу или блоку концевых мер с концевиками на номинальный размер измеряемой детали. Чем больше измеряемый размер, тем больше необходим размер аттестованных колец либо концевых мер с концевиками (эталонных средств). С увеличением номинального размера эталонных средств увеличивается их погрешность, которая добавляется к средству измерения, по которому данное средство измерения настраивается.

В Сибирском федеральном университете разработана принципиально новая конструкция индикаторного нутромера, в которой предусмотрены специ-

альные измерительные губки, расположенные на аттестованных расстояниях от измеряемых поверхностей. По этим губкам осуществляется настройка прибора на ноль. Расстояние между измерительными губками намного меньше измеряемого размера, поэтому и погрешность настройки будет существенно меньше.

В настоящее время ведутся работы по оформлению конструкторской документации, ведутся переговоры по изготовлению прибора, разрабатывается эксплуатационная документация. Конечная цель – регистрация прибора в Государственном реестре средств измерений.

Список литературы

1. Секацкий В. С., Шмидт А. В., Мерзликина Н. В. Совершенствование средства измерения больших размеров [Электронный журнал] // Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29830259>.

2. Этингоф М. И. Приборы для измерения больших размеров. URL: http://dopusk.net/?page_id=2244.

3. Измерители цифровые для измерения больших внутренних и наружных размеров. URL: <https://www.wikselen.ru/shop/izmeriteli-bocchi-dlya-bolshih-izmerenii>.

4. Приборы для измерения больших размеров [Электронный ресурс]. URL: http://www.proftool.ru/product6_7.html.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ GMP НА ООО «КОКА-КОЛА ЭЙЧБИСИ ЕВРАЗИЯ»

Е.А. Науменко*

Научный руководитель Л.В. Строк
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Правила GMP начали разрабатываться с 1963 г. в США, которые регламентировали условия качественного и безопасного производства лекарств – стандарт GMP. Внедрение в страны СНГ правил GMP началось после распада СССР.

GMP (или надлежащая производственная практика) – система норм, правил и указаний в отношении производства лекарственных средств, медицинских устройств, изделий диагностического назначения, продуктов питания, пищевых добавок и активных ингредиентов. В отличие от других систем, GMP является частью обеспечения качества, которая гарантирует, что продукция постоянно производится и контролируется по нормативному документу производителя, тем самым обеспечивает высокое качество и безопасность продукции. Другими словами, GMP – это совокупность ряда российских ГОСТов, СНИПов и т. п. [2].

Основные направления, по которым разворачиваются требования GMP, представлены на рис. 1 [1].



Рис. 1. Основные требования GMP

Компания «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» была создана в 2001 г. в результате покупки компанией Coca-Cola HBC Bottling Company (Греция) разливочных предприятий The Coca-Cola Company в России. Филиал в Красноярске производит безалкогольный газированный напиток Coca-Cola, а также Fanta, Sprite, Schweppes, BonAqua.

* © Науменко Е.А., 2019

Главной ценностью для компании является потребитель и его удовлетворенность, поэтому «Кока-Кола ЭйчБиСи Евразия» стремится к высокому качеству и безопасности продукции. Для достижения этих целей в 2016 г. компания ООО «Кока-Кола ЭйчиБиСи Евразия» начала внедрение системы GMP [3].

Несмотря на то, что система GMP применяется для лекарственных средств, система подходит для применения в пищевом производстве (рис. 2). Так как данная система предусматривает комплексную лабораторную проверку и регулирование всех параметров производства, позволяет сформировать жесткие и четкие требования, выполнение которых необходимо для обеспечения высокого качества продукции, и предполагает наличие системы управления предприятием.



Рис. 2. Сравнение ЛС и ПП

На первом этапе был разработан стандарт организации СТО КК 383–2016 «Правильные Производственные Приемы (GMP), который был на направлен на стандартизирование и регулирование процессного подхода производства, для обеспечения выпуска безопасной продукции. В процессе апробации системы выявились недоработки и узкие места, поэтому в 2018 г. было принято решение с целью совершенствования системы внести изменения в данный стандарт. Изменяя коснулись таких подпунктов, как:

- п. 3 «Термины и определения»;
- п. 6 «Санитарно-гигиенические требования на пищевом предприятии»;
- п. 8 «Требования к чистым зонам»;
- п. 16 «Требования к личной гигиене».

Для ежедневного отслеживания соблюдения санитарных норм и требований системы GMP, а также проверки состояния санитарных зон производства, были изменены критерии и система оценивания. Ранее оценивали по трем карточкам:

- 1) зеленая карточка – оценка отлично: выдается том случае, если все требования соблюдены;
- 2) желтая карточка – оценка удовлетворительно: при получении 3,0 до 4,0 баллов, количество нарушений из критериев составляет менее 7;
- 3) красная карточка – оценка плохо: при получении 1,0 до 3,0 баллов; количество нарушений из критериев составляет 7 и более за один обход.

Недостатками этой системы являлось то, что она не предусматривала разделение на разную степень тяжести нарушений и карточки выдавались по общему количеству замечаний, а также сложность крепления самих карточек на стенде.

Данную систему оценок GMP решили заменить на балльную шкалу оценивания, потому что новая система учитывает степень тяжести нарушений и выставляется оценка в соответствии с разработанными критериями оценки, представленных в таблице, а также является более наглядной и упрощенной для понимания.

Таблица

Критерии оценивания

5	<ul style="list-style-type: none"> • Соблюдение всех требований
4 (менее 5 пунктов)	<ul style="list-style-type: none"> • Грязные полы, застойная вода на полу; • Грязное оборудование; • Коврики перед дверьми в чистых зонах сухие (должны быть залиты хлорным раствором); • Раствор в емкостях для перекидных колен и игл грязный, колена и иглы не полностью погружены, присутствие пузырей воздуха; • Воздушные и мешочные фильтры мокрые, грязные, не хранятся на специальной подставке; • Фильтр БА и концентратная станция – наличие в оборудовании остатков промывных вод; • Хранение канистр с моющими веществами и концентратом без вторичных емкостей; • Ворота в склад, комнату хранения открыты; • Бункер при отсутствии засыпки сахара/преформы открыт; • Ловушки для грызунов грязные, залиты водой; • Инвентарь грязный, лежит не на своих местах, наличие посторонних предметов на рабочих местах; • Несоблюдение мер личной гигиены (ношение цепочек/ часов; отсутствие шапочки; грязные руки; грязная униформа и т.п.)
3	<ul style="list-style-type: none"> • Плохой результат при смывах с рук и одежды; • Не сообщено в отдел качества о нарушениях или неисправностях работы УФ-ламп; • Количество нарушений вышеперечисленных критериев составляет 5 и более за один обход

Для визуализации, наглядности и отслеживания результатов ежедневных обходов был усовершенствован GMP-стенд, на котором теперь маркером представляются по зонам полученные оценки и пишутся замечания в отдельной графе «Замечания». Для мотивации сотрудников на стенде выделено место для лучших сотрудников за месяц «Лучшего GMP».

Список литературы

1. Таблеточные пресса [электронный ресурс] : Требование GMP. URL: <http://tabletpress.com.ua>.
2. Астафьева Л. И. Внедрение Правил GMP. М., 2012. 243 с.
3. Официальный сайт Coca-cola HBC Russia [электронный ресурс]. URL: <https://admin-ru.coca-colahellenic.com/ru>.

МОТИВАЦИЯ – ЭЛЕМЕНТ КАЧЕСТВА РАБОТЫ СТУДЕНЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Л.Н. Плетцер*

Научный руководитель Н.В. Мерзликина
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На современном уровне развития общества приоритетными качествами развития личности студентов становятся активность, инициативность, быстрая обучаемость, стрессоустойчивость, умение самостоятельно организовывать и контролировать свою как учебную, так и внеучебную деятельность. Перечисленные личностные качества, востребованные в избранной профессии навыки и даже практический опыт учащиеся вузов могут обрести при активном включении во внеучебную деятельность. Такая деятельность является важным фактором, влияющим на формирование самостоятельности, умения правильно организовать работу, учитывать и распределять время.

Участие студентов во внеучебной деятельности способствует повышению конкурентоспособности выпускников на рынке труда. Поэтому студент должен осознавать это, выбирая ту или иную форму внеучебной деятельности. Предметом исследования данной работы стала студенческая комиссия по качеству образования Сибирского федерального университета.

Студенческая комиссия по качеству образования СФУ является постоянно действующей формой студенческого самоуправления. Комиссия осуществляет свою деятельность при поддержке университета, Первичной профсоюзной организации СФУ и кафедры стандартизации, метрологии и управления качеством.

Предметом деятельности комиссии является содействие повышению уровня качества образования в СФУ путем реализации студенческих проектов, направленных на оценку и повышение качества образования посредством создания и организации систематической деятельности комиссии [1].

Психологическая структура любой деятельности, в том числе внеучебной, состоит из основных элементов: цель, мотив, способ, результат. Любая деятельность имеет цель, цель как предварительный результат всего процесса. Мотив имеет индивидуальный характер и побуждает студента осуществлять эту деятельность. Под способом понимается путь достижения, поставленной цели. И важный элемент результат, это продукт реализации деятельности. Данная работа посвящена одному из элементов деятельности, а именно мотиву.

Мотив – это то, что вызывает определенные действия человека. Мотив находится «внутри» человека, имеет «персональный» характер, зависит от множества внешних и внутренних по отношению к человеку факторов, а также от действия других, возникающих параллельно с ним мотивов. Мотив не только

* © Плетцер Л.Н., 2019

побуждает человека к действию, но и определяет, что надо сделать и как будет осуществлено это действие [2].

Мотивация – совокупность процессов, которые побуждают, направляют и поддерживают поведение человека в направлении достижения определенной цели. Мотивированность студентов к труду внутри комиссии является важной и неоспоримой составляющей эффективного функционирования организации. Цель мотивации – это формирование и реализация комплекса условий, побуждающих человека к деятельности, направленной на достижение цели с максимальным эффектом и отдачей.

Причинами недостаточной мотивации могут служить:

- нарушение договоренностей между руководителем и подчиненными, когда руководителем раскрываются не все факты об организации;
- неиспользование навыков члена комиссии, которые он сам ценит, вместо этого поручаются другие задания, которые студенту просто не интересны;
- игнорирование инициативы: новые ребята могут предлагать идеи, которые опытным членам комиссии кажутся невообразимыми и даже глупыми, и идеи откладываются на потом, либо на совсем;
- отсутствие признания со стороны руководства: успех со стороны руководства воспринимается как обычное выполнение своих обязанностей и никак не отмечается.

Для того чтобы нейтрализовать перечисленные причины необходимо:

- максимум реалистичной информации;
- учет навыков каждого члена – проводить анкетирование либо очное собеседование, распределять задачи и ответственность исходя из предпочтений каждого отдельного человека;
- внимание к идеям и предложениям, даже если их нельзя воплотить в «первозданном» виде, из них часто можно что-то почерпнуть, и всегда объяснить, почему, на ваш взгляд, та или иная идея не подходит;
- поощрение и признание.

Мотивированный член комиссии – тот, который с внутренним рвением хочет работать и проявлять инициативу, у него «горят глаза», он постоянно стремится расширять свои компетенции и совершенствоваться, тем самым продвигает организацию, в которой он состоит, к росту и развитию [3].

«Если правильно объяснить людям “зачем”, то они всегда найдут способ “как”» (Джордан Белфорт). Для того чтобы понять «зачем» необходимо понять мотивы каждого члена студенческой комиссии по качеству образования СФУ.

Для этого была проведена диагностика с помощью анкеты выявления приоритетных мотивов деятельности в студенческой комиссии.

Проанализировав анкету, мы получили следующие результаты: около 28,6 % проголосовавших на первое место поставили такой мотив, как приобретение новых навыков, на втором месте (25,7 %) оказался опыт в проведении мероприятий, на третьем (20 %) – мотив самореализации. Наименьшим по значимости стал мотив поощрений (как материальных, так и нематериальных).

В результате анализа данной анкеты можно сделать вывод, что в студенческой организации главным мотивирующим фактором для участника является приобретение новых навыков. Отсюда следуют важные выводы: необходимо развивать деятельность комиссии для появления площадки для приобретения новых навыков; необходимо делегировать обязанности и ответственность, учитывая предыдущий опыт, и поручать новые задачи; необходимо поручать задачи с учетом личных потребностей членов Комиссии.

Участие в проектах комиссии напрямую влияет на приобретение новых навыков, без этого любая новая деятельность не может осуществиться. Но внутри организации существует такая проблема, как отток людей и низкая заинтересованность в проектах. В упомянутой выше анкете приняли участие члены команды, но она не учитывает мнение студентов, которые по каким-либо причинам вышли из состава комиссии. Необходимо ответить на вопрос «Почему люди уходят?». Для решения этой проблемы необходимо определить ценности, которые могут помочь сформировать меры для повышения личной мотивации и мотивации в улучшении работы студенческой комиссии по качеству образования СФУ.

Список литературы

1. Положение о Студенческой комиссии по качеству образования ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Красноярск : СФУ, 2018. 6 с.
2. Выготский Л. С. Педагогическая психология : учебник. М. : Педагогика-пресс 1999. 536 с.
3. Шарафетдинова Г. Р. Проблемы и пути совершенствования системы мотивации персонала в современных условиях // Молодежный научный форум: Общественные и экономические науки : электр. сб. ст. по мат. XXV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6 (25).

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ДРОБИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ НА ПРИМЕРЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Русанова *

Научный руководитель В.С. Секацкий
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Качество измельчаемого сырья определяется качеством оборудования, которое закладывается при разработке технической документации, опираясь на требования, заложенные в документах по стандартизации (стандартах, технических условиях и т. п.).

Стандартизация ускоряет эффективным способом продвижение научно-технических достижений производительных сил, способствует повышению качества и безопасности сельскохозяйственной продукции, повышению конкурентоспособности на рынке сельскохозяйственной продукции.

Наиболее ответственной и трудоемкой технологической операцией, занимающей более 80 % от общих затрат труда в приготовлении комбикормов, является измельчение зернового сырья, которое в основном осуществляется молотковыми дробилками.

В настоящее время существует ГОСТ 28098–89 [1], который регламентирует общие технические требования для молотковых дробилок. Данный стандарт распространяется на молотковые дробилки для дробления зерна, грубых кормов, сухих и влажных зеленых кормов, зерностержневой массы и початков кукурузы, пищевых отходов, которые используют самостоятельно или в составе технологических линий и агрегатов.

При разработке технологического оборудования в конструкторской и эксплуатационной документации необходимо указывать технические характеристики, которые бы отвечали показателям качества на данное оборудование.

Анализ показал [2], что в технической документации на дробильное оборудование, которое сегодня присутствует на рынке дробилок и измельчителей, приводится достаточно ограниченный набор требований, предъявляемых к реализуемому устройству. Поэтому изготовители дробильного оборудования снимают с себя ответственность за качество продукта, получаемого на таком дробильном оборудовании. Это объясняется тем, что на дробильное оборудование отсутствует национальный стандарт, регламентирующий показатели качества дробилок и измельчителей. Хотя такие стандарты для родственного оборудования имеются. Например, ГОСТ 4.414–86 «Система показателей качества продукции. Мельницы углеизмельчительные. Номенклатура показателей» [3].

* © Русанова А.В., 2019

В Сибирском федеральном университете ведется работа по созданию показателей качества на дробильное оборудование. За основу приняты Методические указания по разработке Государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции [4], примеры аналогичных стандартов [3] и результаты анализа технической документации на дробильное оборудование (фрагмент информации по дробильному оборудованию представлен в таблице).

Таблица

№	Страна, завод	Модель	Характеристика
1	Компания Flati	Молотковая дробилка РС300×400	Диаметр ротора (мм) – 400 Длина ротора (мм) – 300 Количество молотка – 16 Размер исходного материала (мм) – <100 Диапазон регулировки разгрузочной щели (мм) – <15 Производительность (т/ч) – 3/8 Мощность (кВт) – 11 Скорость обращения (об/мин) – 1100 Габаритные размеры(мм) – 855 × 795 × 862
2	ОАО «Тулские Машины»	Молотковая дробилка МПС-150	Расчетная производительность, т/ч -до 1,5* Входящая фракция d _н , мм – 30-50** (более хрупкий материал может подаваться большей фракцией) Выходящая фракция d _к , мм – от –0,5 до –5** Мощность электродвигателя, кВт – 2,2 Число оборотов электродвигателя, об/мин – 1500 Масса дробилки, кг – 170
3	Завод Техприбор	Роторная дробилка СМД-10 ВЕЙДЕР	Габаритные размеры (L×B×H)мм – 1800×933×1520 Масса(кг) – 1330 Установленная мощность (кВт) – 11 Линейная скорость бил ротора (м/с) – 26 Длина и диаметр ротора с установленными билами (мм) – 400/500 Размеры загрузочного окна (мм) – 430 × 420 Размеры загружаемого материала, не более (мм) – 380 Производительность (т/ч) – 12*

Анализ показал, что в основном в эксплуатационной документации изготовитель указывает такие характеристики, как производительность, мощность, напряжение, габаритные размеры, масса. При этом такие свойства, как влажность, вид перерабатываемого сырья, производительность оборудования с учетом измельчаемого материала не указываются. Дробильное оборудование должно иметь информацию о качестве получаемого на данном оборудовании продукта, например, крупность помола, допустимое количество посторонних примесей и т. п.

Для контроля качественных показателей современных комбикормов для сельскохозяйственных животных и птицы необходимо внедрять новые методы

и новые показатели, которые позволят полно и достоверно оценить соответствие сырья и готовой продукции требованиям высокоэффективного продукта.

Методические указания [4] рекомендуют все показатели качества делить на следующие основные группы:

- показатели назначения;
- показатели надежности;
- показатели экономного использования сырья, материалов, топлива, энергии и трудовых ресурсов;
- эргономические показатели;
- эстетические показатели;
- показатели технологичности;
- показатели транспортабельности;
- показатели стандартизации и унификации;
- патентно-правовые показатели;
- экологические показатели;
- показатели безопасности.

Показатели назначения должны показать, для чего предназначен данный продукт. Применительно к дробильному оборудованию, потребитель должен четко представлять, какое сырье подлежит переработке именно на этом оборудовании, что получится на выходе, за какое время и при каких дополнительных затратах. Проектировщик (изготовитель) дополнительно должны знать, как данные параметры обеспечить.

Показатели назначения принято делить на три группы:

- показатели функциональные и технической эффективности;
- показатели конструктивные.

К показателям функциональным и технической эффективности нужно отнести:

- 1) измельчаемое сырье (зерновые, бобовые, травы, сено, корнеплоды и т.п.), его свойства (влажность);
- 2) размеры измельчаемого сырья (при необходимости, например для корнеплодов);
- 3) размеры измельченного продукта в зависимости от диаметров решетки (или других конструктивных элементов) на выходе;
- 4) расчётную производительность;
- 5) производительность оборудования с учетом измельчаемого материала;
- 6) производительность оборудования с учётом влажности сырья.

К конструктивным показателям относятся:

- 1) габаритные размеры;
- 2) диаметр ротора;
- 3) размеры отверстий разгрузочной решетки;
- 4) длина ротора и т. п.

Разработанные показатели качества по всем рекомендуемым группам войдут в проект национального стандарта на показатели качества дробильного оборудования.

Список литературы

1. ГОСТ 28098–89 Дробилки кормов молотковые. Общие технические требования. Введ. 1991-07-01. М. : Изд-во стандартов, 1989. 4 с.
2. Русанова А. В., Секацкий В. С. Разработка рекомендаций по совершенствованию стандартов на молотковые дробилки для переработки сельскохозяйственного сырья // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование : сб. науч. трудов 5-й Международной конф. Курск : Из-во «Университетская книга», 2018. С. 164–168.
3. ГОСТ 4.414–86. Система показателей качества продукции. Мельницы углеизмельчительные. Номенклатура показателей. М. : Изд-во стандартов, 1986. 9 с.
4. РД 50-64-84. Методические указания по разработке государственных стандартов, устанавливающих номенклатуру показателей качества групп однородной продукции. М. : Изд-во стандартов, 1984. 4 с.

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ, ПОСТАВЛЯЕМЫМИ ВНЕШНИМИ ПОСТАВЩИКАМИ, НА АО «КрЭВРЗ»

Г.З. Салимова, Я.В. Ципушникова*

Научный руководитель Л.В. Строк
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

АО «Красноярский электровагоноремонтный завод» существует с 1898 года. «КрЭВРЗ» – машиностроительное предприятие, основной продукцией которого является ремонт железнодорожного подвижного состава, производство запасных частей для ремонта железнодорожной техники, выполнение широкого спектра услуг организациям и населению.

Многие организации, независимо от их рода деятельности, имеют процессы, передаваемые на аутсорсинг. Передача процесса (outsourcing) – это заключение соглашения, в соответствии с которым внешняя организация выполняет часть функций или процесса организации [3].

«КрЭВРЗ» на аутсорсинг передает только один процесс: «Окрашивание пассажирских вагонов с использованием лакокрасочных материалов», который включает в себя подготовку к окраске, грунтовку, окрашивание и контроль.

Стандарт ИСО 9001:2015 не ограничивает организации в возможности передачи процессов или функций на аутсорсинг. Однако организации должны обеспечить, чтобы аутсорсинговые процессы и функции находились под надлежащим управлением [2].

На «КрЭВРЗ» с 2012 г. внедрена система менеджмента качества (СМК), в соответствии с этим, так как завод является железнодорожным предприятием, на нем был внедрен международный стандарт ISO/TS 22163:2017 «Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли: ИСО 9001:2015 и частные требования, применимые в железнодорожной отрасли», разработанный на основе ИСО 9001 и адаптированный конкретно к железнодорожной отрасли.

В ISO/TS 22163:2017 приведены требования к управлению процессами, поставляемыми внешними поставщиками, в п. 8.1.1 «Планирование передачи процессов для выполнения сторонними организациями или передачи прав на процессы» [1].

В соответствии с данным пунктом процесс должен содержать:

- технико-экономическое исследование;
- оценку рисков;
- планирование действий, требуемых для передачи процессов для выполнения сторонними организациями;
- доведение до сведения потребителя, если требуется;
- контроль первого серийного изделия FAI;

* © Салимова Г.З., Ципушникова Я.В., 2019

– хранение документированной информации по деятельности, касающейся передачи процессов для их выполнения сторонними организациями [1].

Технико-экономическое исследование направлено на оценку конечных результатов деятельности предприятия за определенный период, а также на изучение факторов, их сформировавших. В рамках технико-экономического анализа с целью обеспечения управляемости процесса, передаваемого внешним организациям необходимо (ISO/TS 22163:2017 п. 8.4.1.1):

– классификацию внешних поставщиков, а также процессов, продукции и услуг, предоставляемых внешними поставщиками;

– оценку внешнего поставщика;

– утверждение внешнего поставщика;

– отбор предложений внешних поставщиков;

– информацию для внешних поставщиков;

– утверждение выпуска процессов, продукции и услуг, поставляемых внешними поставщиками;

– верификация процессов, продукции и услуг, поставляемых внешними поставщиками;

– мониторинг эффективности, определение рейтинга внешнего поставщика [1].

Исполнителем процесса «Окрашивание пассажирских вагонов с использованием лакокрасочных материалов» является ЗАО «Вагон-Сервис». Данная организация производит окраску вагонов на всей территории РФ и является единственной организацией на рынке, предоставляющей данные услуги.

Особое внимание было уделено анализу рисков. По ГОСТ Р ИСО 9000-2015 риск – это влияние неопределенности. Влияние выражается в отклонении от ожидаемого результата – позитивном или негативном. Неопределенность является состоянием, связанным с недостатком, даже частично, информации, понимания или знания о событии, его последствиях или вероятности. Риск часто определяют по отношению к потенциальным событиям, их последствиям или к их комбинации [3].

Для данного процесса, передаваемого на аутсорсинг, был составлен перечень рисков (табл. 1), по которому проставлены оценка потерь, вероятность возникновения и степень опасности.

С целью выявления степени влияния риска была составлена риско-информационная таблица (табл. 2). Из табл. 2 видно, что риски № 1 и № 2 являются высокими, № 3 – средним, № 4, № 5 и № 6 – критическими и № 7 – риск выше критического.

Для определения действий, требуемых при передаче процессов для выполнения сторонними организациями, был разработан регламент взаимодействия АО «КрЭВРЗ» с ЗАО «Вагон-Сервис». В нем представлены объектовый акт сдачи-приемки выполненных работ по наружной окраске вагона, ежемесячный сводный акт и заявка на выполнение работ по договору.

Таблица 1

Ранжирование рисков

№	Название	Оценка потерь (0,1-1)	Вероятность возникновения (0,1-1)	Степень опасности риска (0,1-1)
1	Выбор неверных процессов для передачи на аутсорсинг	0,8	0,2	0,5
2	Использование некорректных данных для анализа эффективности передачи процессов на аутсорсинг	0,3	0,2	0,4
3	Риск нарушения конфиденциальности	0,8	0,1	0,3
4	Риск неспособности аутсорсера обеспечить требуемые качественные и количественные характеристики	0,9	0,2	1,0
5	Риск низкой компетентности заказчика	0,2	0,1	1,0
6	Риск недобросовестности аутсорсера	0,2	0,2	0,8
7	Риск монополии аутсорсера или отсутствия его на рынке	0,9	1,0	0,9

Таблица 2

Риско-информационная таблица

Степень опасности риска \ Вероятность возникновения	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1			№ 3							№ 5
0,2				№ 2	№ 1			№ 6		№ 4
0,3										
0,4										
0,5										
0,6										
0,7										
0,8										
0,9										
1,0									№ 7	

	– риск выше критического;
	– риск критический;
	– риск максимальный;
	– риск высокий;
	– риск средний;
	– риск малый;
	– риск минимальный

Хранение документированной информации по деятельности, касающейся передачи процессов для их выполнения сторонними организациями, осуществляется отделом управления качеством.

По результатам: по статистике, за последнее время ни одного замечания при приёмке продукции (окрашенных вагонов) не выявлено. Было две рекламации от потребителей по качеству окраски (повреждение лакокрасочного покрытия в гарантийный период – отслоение краски в нескольких местах по кузову), все требования потребителей были субподрядчиками удовлетворены (отслоения были локально зачищены и локально нанесен новый слой ЛКП).

Можно сделать вывод, что если производить реализацию аутсорсинга должным образом, то он приведёт к снижению общего уровня рисков за счет усиления контроля над ресурсами, обеспечения большей прозрачности бизнес-процессов и усиления контроля над деятельностью компании.

Список литературы

1. ИСО/ТУ 22163 2017-05 Система менеджмента качества. Требования к системам менеджмента бизнеса для предприятий железнодорожной отрасли: ИСО 9001:2015 и частные требования, применимые в железнодорожной отрасли. Введ. 2017. 05. Стандартиформ, 2017. 32 с.

2. ГОСТ Р ИСО 9001–2015. Системы менеджмента качества. Требования. М. : Стандартиформ, 2015. 22 с.

3. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. Введ. 2015.11.01. М. : Стандартиформ, 2015. 47 с.

Строительные конструкции

КОНСТРУКЦИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВОЙ ДЕРЕВОМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРКИ

А.С. Астафьев, Д.В. Тучин*

Научный руководитель И.С. Инжутов
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

1. Актуальность работы

В современном строительстве арочные конструкции нашли широкое применение. С их помощью можно с легкостью создать покрытия промышленных, сельскохозяйственных и общественных зданий пролетом до 100 м.

На сегодняшний день вопрос о расчёте рациональных арок является актуальным и продолжает являться объектом научных исследований.

Целью настоящей работы явилось исследование НДС новой деревометаллической арки при варьировании геометрических параметров.

2. Методика проведения численного исследования

Для изучения НДС был использован программный комплекс SCAD (ПК SCAD). При этом элементы трехшарнирной арки кругового очертания со стрелой подъема 1,9 м и радиусом кривизны 7,53 м моделировали на расчетной схеме конечными стержневыми элементами. Конструкция имеет пролет 10 м. Стойки располагали на расстоянии 2,5 м (схема 1), 3 м (схема 2) и 2 м (схема 3) от опорного узла до точки сопряжения стойки и верхнего пояса.

При статическом расчёте была выявлена наихудшая комбинация: 3-е сочетание (собственный вес + кровля + снег (2 вариант) + ветер слева с коэффициентом 0,9).

На рис. 1 представлены схемы загрузений, имеющие наиболее неблагоприятные значения усилий.

Параметр a изменяется в следующих пределах:

$$a_1 = \frac{1}{4}L (2,5 \text{ м}), a_2 = \frac{1}{3}L (3 \text{ м}), a_3 = \frac{1}{5}L (2 \text{ м}).$$

Одним из важных условий, определяющих работу стержневых конструкций, является учет реальной работы сопряжений элементов, так как податливость соединений стержневых систем оказывает существенное влияние на напряженно-деформированное состояние конструкции в целом.

$$E_y = \frac{E}{1 + \delta_o \cdot E \cdot A / (N \cdot l)},$$

* © Астафьев А.С., Тучин Д.В., 2019

где E – исходный модуль упругости деревянных элементов ($E = 10000 \text{ МПа}$);
 δ_0 – расчётное предельное значение деформаций податливости, принимаемое в зависимости от предельной деформации узлового соединения (на лобовых врубках и торец в торец – 1,5 мм; на нагелях всех видов – 2,0 мм; в примыканиях поперёк волокон – 3,0 мм) и степени использования несущей способности, соответственно;

A – площадь сечения стержня, м^2 ;

N – усилие, действующее в стержне, кН;

l – длина стержня, м.

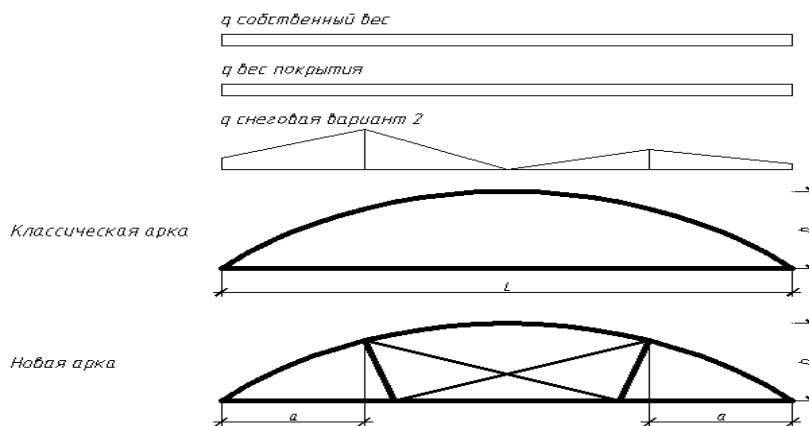


Рис. 1. Схемы нагружений, имеющие наиболее неблагоприятные значения усилий:
 h – стрела подъёма, L – пролёт, a – расстояние от опорного узла до точки сопряжения стойки и верхнего пояса

Расчёт предельного значения деформаций податливости δ_0 :

$$\delta_0 = \delta_1 + \delta_2,$$

где δ_1 – деформация податливости болтового соединения, мм;

δ_2 – деформация смятия деревянных элементов, мм.

На рис. 2 показаны значения крутящих моментов M_y , $\text{Кн}\cdot\text{м}$, где в знаменателе показано значение с учетом податливости, в числителе – значение без учета податливости. Расчёт был выполнен на наиболее неблагоприятное сочетание нагрузок.

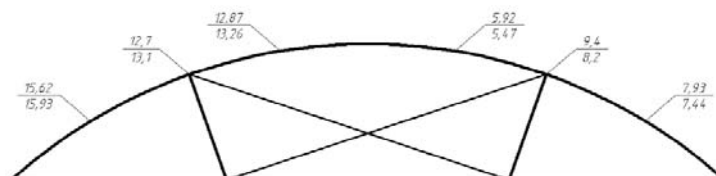


Рис. 2. Значения крутящих моментов M_y , $\text{Кн}\cdot\text{м}$

3. Анализ полученных результатов

Максимальные значения моментов (M, t^*m), поперечных (Q, t) и продольных сил (N, t) для трёх вариантов представлены в таблице.

Таблица

Максимальные значения моментов (M, t^*m), поперечных (Q, t) и продольных сил (N, t) для трёх вариантов

Вариант расчёта	Максимальные значения усилий		
	M, t^*m	Q, t	N, t
Классическая трехшарнирная арка, состоящая из верхнего пояса и затяжки	2,589	2,552	11,243
Удаление раскоса от опорного узла на 2,5 м	1,73	2,104	11,882
Удаление раскоса от опорного узла на 3 м	1,697	2,086	11,905
Удаление раскоса от опорного узла на 2 м	1,804	2,143	11,83

Проведя анализ по эпюрам нагрузок, выявленным в программном комплексе SCAD, можно сделать вывод, что значения остаются практически идентичными при перемещении раскоса вправо или влево на полметра, поэтому для дальнейшего эксперимента примем вариант удаления раскоса от опорного узла на 2,5 м, имеющий наиболее благоприятные значения усилий, а также более рациональный по конструктивным и эстетическим соображениям.

4. Изображение конструктивного решения узловых соединений новой арки

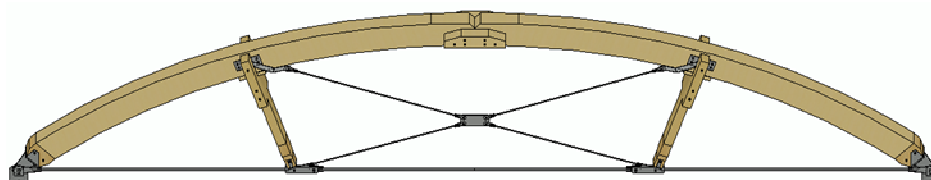


Рис. 3. Общий вид узла в 3D

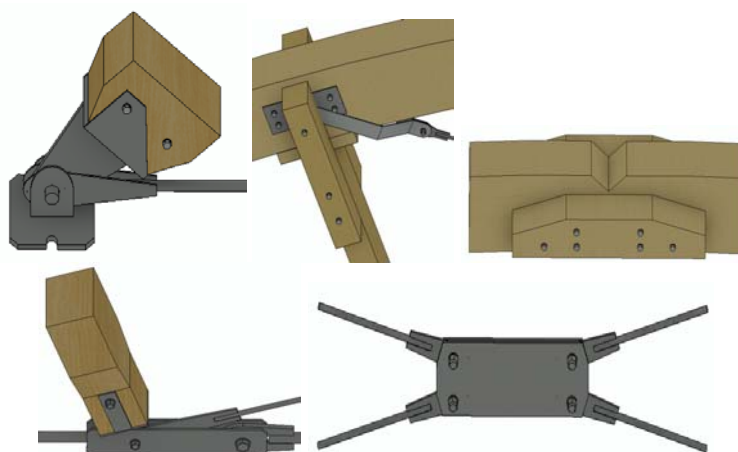


Рис. 4. Общий вид узлов в 3D

5. Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что использование новой конструкции трехшарнирной арки позволяет снизить расчетный изгибающий момент в сечении верхнего пояса при несимметричном нагружении на 33,18 %.

В результате варьирования местоположением стоек установлено, что наиболее рациональным (с точки зрения НДС) является установка стойки на расстоянии $\frac{1}{4}L$ от опорного узла.

Учет податливости узловых соединений необходим. Установлено, что фактический расчетный момент в сечении арки больше вычисленного без учета податливости.

Список литературы

1. Патент РФ № 2498026/20, 23.04.2012. Арочная конструкция для покрытия зданий / Жаданов В. И., Дмитриев П. А., Михайленко О. А., Аркаев М. А. // Патент России № 2498026. 2013. Бюл. № 31.
2. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Введ. 2017-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2017. 80 с
3. Инжутов И. С. Блок-фермы на основе древесины для покрытий зданий : дис. ... д-ра техн. наук / Новосибирская гос. академия строительства. Новосибирск, 1995. 282 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУКТУРНОГО БЛОКА ПОКРЫТИЯ ПРИ ДЕЙСТВИИ УДАРНОЙ НАГРУЗКИ

М.А. Красиев*

Научный руководитель С.В. Деордиев
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Деревянное строительство является одним из актуальнейших путей развития строительной отрасли, особенно в районах Восточной и Западной Сибири и Дальнего Востока, где лесопромышленный комплекс наиболее развит. В нашей стране обыватели скептически относятся к вопросу деревянного строительства, хотя опыт Европы показывает увеличение интереса к применению древесины и распространению «зеленого» строительства.

Строительство деревянных зданий подразумевает собой не только жилые, но также общественные и здания промышленного назначения.

Древесина за счет структуры привлекает своими физическими свойствами и прочностными характеристиками, давно показала себя как надежный строительный материал. Древесина обладает высокой деформативностью и удельной вязкостью, низкий модуль упругости обеспечивает деревянным конструкциям из нее функцию гасителей при динамических воздействиях, что позволяет ей поглощать удары и колебания и делает ее отличным материалом для применения в регионах с повышенной сейсмической активностью. При проектировании зданий в сейсмически активных регионах следует определять частоты собственных колебаний и соответствующие им формы.

Определение частот собственных колебаний строительных конструкций необходимо для анализа динамического поведения конструкции под действием переменных нагрузок, что в дальнейшем поможет избежать такого механического явления, как резонанс. Многократное увеличение амплитуд колебаний при резонансе и вызываемые этим высокие уровни напряжений – одна из основных причин разрушения зданий и сооружений, эксплуатируемых в условиях сейсмических нагрузок.

Целью работы являлось определение частотных характеристик структурного блока и сопоставление полученных данных с численными исследованиями.

В течение срока обучения в аспирантуре были проведены испытания дерево-металлического структурного блока покрытия марки ТБФД 18.6. Блок состоит из двух блок-ферм марки ТБФД 18.3 объединенных в середине пролета и имеющих сдвоенный пояс. Пролет составляет 18 м, ширина 6 м, строительная высота в середине пролета 2,293 м. Пролет блок-фермы приведен к унифициро-

* © Красиев М.А., 2019

ванному шагу колонн в 6 м. Конструкция может быть использована в покрытиях промышленных и сельскохозяйственных зданий, спортивных сооружений.

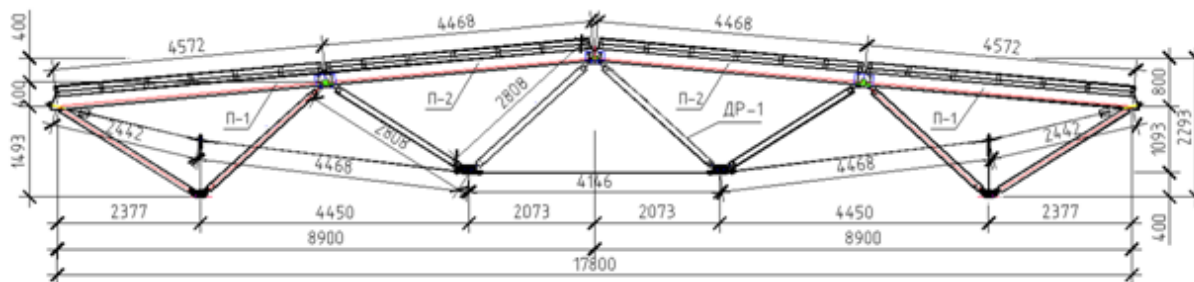


Рис. 1. Трехгранная блок-ферма марки ТБФД-18.3

Для проведения испытаний были приглашены специалисты Томского государственного архитектурно-строительного университета. Значения динамических параметров получены путем натурных измерений с применением лазерного вибрметра RSV-150 и обработки результатов с использованием программного обеспечения VibSoft-20.

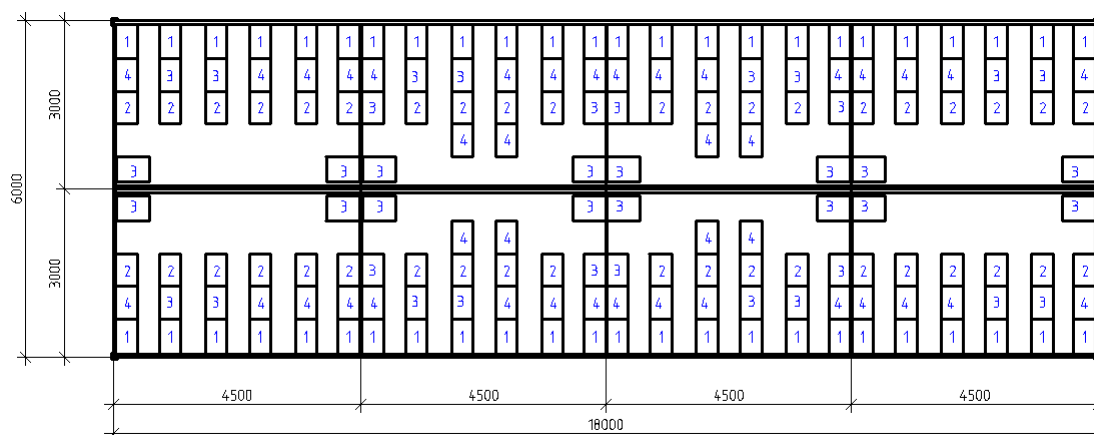


Рис. 2. Схема нагружения структурного блока

Методика проведения испытаний. Измерение динамических параметров структурного блока планировалось проводить в несколько этапов прикладывая в крайний коньковый узел и в средний коньковый узел сосредоточенную ударную нагрузку, имитируемую с помощью натяжения веревки и при разных статических нагружениях от снегового покрова. Натяжение производилось посредством закрепления механической тали одним концом к полу испытательного зала и за веревку, другим концом закрепленную к верхнему поясу структурного блока до достижения усилия в 800 кгс. Контроль силы натяжения производился электронными весами ВСК-1000А. По достижении требуемого усилия веревка перерезалась, тем самым возбуждая свободные гармонические колебания конструкции. Полученные таким способом колебания можно назвать «струнными». Возбуждение колебаний производилось в несколько этапов при статической нагрузке, имитирующей снеговой покров на структурный блок по-

крытия. Шаг нагружения составил 3,5 т, количество шагов – 4. В процессе испытаний проводились измерения частотных характеристик конструкции при свободных колебаниях. Регистрация динамических параметров производилась лазерным виброметром RSV-150 в диапазоне измерений от 0 до 10 Гц. Измерения проводились в одной точке.

По результатам испытаний были получены динамические параметры конструкций в виде С для каждого этапа нагружения. Значения спектров частот собственных колебаний представлены в таблице.

Таблица

Значения спектров частот собственных колебаний

№ п.п	Узел	Нагружение, т	Частота, Гц
1	КСУ*	0	4,26
2	ККУ*	0	4,25
3	КСУ*	3,5	3,5
4	ККУ*	3,5	3,55
5	КСУ*	7	3,05
6	ККУ*	7	3,05
7	КСУ*	10,5	2,8
8	ККУ*	10,5	2,73
9	КСУ*	15	2,45
10	ККУ*	15	2,46

КСУ* – коньковый срединный узел.

ККУ* – коньковый крайний узел.

Результаты исследований показали:

1) при воздействии динамической нагрузки на структурный блок вне зависимости от точки приложения значения частот собственных колебаний имеют схожие значения;

2) получены значения частот собственных колебаний при различных нагружениях, что позволяет провести дальнейшее сравнение с численными исследованиями структурного блока покрытия.

Список литературы

1. Deordiev S. V., Frolovskaya A. V., Krasiev M. A. Development and static testing of the 18x6m SSU-TTMBF spatial structural unit // 2017 6th international conference on power science and engineering (ICPSE 2017). Vol. 136. ISSN: 17551307.

2. Копаница Д. Г., Пляскин А. С., Устинов А. М., Данильсон А. И. Исследование частот собственных колебаний несущих конструкций 16-тонного колокола звонницы Свято-Воскресенской церкви г. Томска // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2018. Т. 20. № 3. С. 112–119.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕРЕВЯННЫХ ВИНТОВ

М.А. Перькова*

Научный руководитель И.С. Инжутов
доктор технических наук, профессор
Научный руководитель Р.А. Назиров
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Актуальность темы исследования обусловлена нецелесообразностью применения разнородных материалов в деревянных конструкциях, так как присутствие в деревянных конструкциях металлических соединений приводит к сокращению срока службы конструкции.

В зданиях из дерева одним из элементов теплопотерь являются соединения. Существует несколько видов соединений: контактные, клеевые, соединения на механических связях (нагельные, шпонки и т. д.). Среди соединений на механических связях наибольшее распространение получили нагельные соединения.

В научно-технической нормативной литературе отсутствуют сведения о расчете резьбы на деревянных нагелях. В этой связи нами проведено исследование нескольких видов резьбы на деревянных винтах.

Цель исследования – установить эффективные параметры резьбы для деревянных винтов.

Задачи – исследовать и проанализировать деревянные винтовые соединения в конструкциях.

Существует несколько различных видов резьбы, таких как трапецеидальная, треугольная, прямоугольная, эллиптическая Андросова – Гребенюка и т. д. [1]. Наиболее целесообразными для винтов из дерева являются трапецеидальная и резьба треугольного сечения.

Объектом исследования в работе является трапецеидальная резьба и резьба треугольного сечения на деревянных винтах.

Винты с резьбовой нарезкой изготавливают из древесины твердых пород (береза, бук, дуб, клен и т. д.) [2, 3].

По большинству показателей береза не уступает буку. Коэффициенты качества древесины березы по сжатию вдоль волокон, изгибу, удельной работе при ударном изгибе значительно выше, чем для древесины бука. И только по торцевой твердости и скалыванию вдоль волокон береза несколько уступает буку [4]. В исследовании расчет проводился для деревянных винтов из березы.

Для выявления наиболее эффективного типа резьбы на деревянной заготовке нами проведено численное исследование напряженно деформированного

* © Перькова М.А., 2019

состояния. В результате установлено, что таковой является резьба треугольного сечения. В табл. 1 приведены параметры резьбы.

Таблица 1

Параметры резьбы треугольного сечения

Диаметр винта D, мм	Диаметр винта d, мм	Шаг (Т), мм	Длина плоскости скалывания L _{ск} , мм	Высота h, мм	Угол α
16	12	4	4	2	60, 65, 70, 75, 80
18	12	5	5	3	60, 65, 70, 75, 80
20	14	5	5	3	60, 65, 70, 75, 80
22	16	5	5	3	60, 65, 70, 75, 80
24	16	6	6	4	60, 65, 70, 75, 80
26	18	6	6	4	60, 65, 70, 75, 80
28	20	6	6	4	60, 65, 70, 75, 80
30	20	7	7	5	60, 65, 70, 75, 80
32	22	7	7	5	60, 65, 70, 75, 80
34	24	7	7	5	60, 65, 70, 75, 80
36	24	8	8	6	60, 65, 70, 75, 80
38	26	8	8	6	60, 65, 70, 75, 80
40	28	8	8	6	60, 65, 70, 75, 80
42	28	9	9	7	60, 65, 70, 75, 80
44	30	9	9	7	60, 65, 70, 75, 80
46	32	9	9	7	60, 65, 70, 75, 80
48	32	10	10	8	60, 65, 70, 75, 80
50	34	10	10	8	60, 65, 70, 75, 80
52	36	10	10	8	60, 65, 70, 75, 80

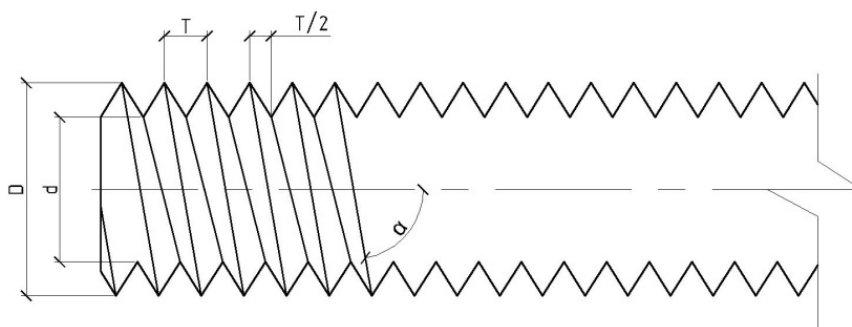


Рис. Обозначения параметров резьбы.

Удельную несущую способность соединений, работающих на скалывание, приведенную к одному сантиметру длины винта, вычисляли согласно формуле [5]:

$$T = R_{ck}^{cp} \times F_{ck},$$

где F_{ck} – расчетная площадь скалывания; R_{ck}^{cp} – расчетное среднее по площади скалывания сопротивление древесины.

Расчетную площадь скалывания определяли, как площадь основания одного зубца на длине витка:

$$F_{ck} = L_{ck} \times (\delta_d \times m_d),$$

где L_{ck} – расчетная длина плоскости скалывания; δ_d – длина внутренней окружности винта; m_d – коэффициент, зависящий от α (табл. 2); α – наклон резьбы к оси винта.

Таблица 2

Коэффициент m_d .

Коэффициент	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 65^\circ$	$\alpha = 70^\circ$	$\alpha = 75^\circ$	$\alpha = 80^\circ$
m_d	1,067	1,054	1,04	1,027	1,013

$$R_{ck}^{cp} = \frac{R_{ck}}{1 + \beta \times \frac{L_{ck}}{e}}$$

где R_{ck} – расчетное сопротивление скалыванию вдоль волокон; β – коэффициент, принимаемый равным 0,125; L_{ck} – расчетная длина плоскости скалывания; e – плечо сил скалывания.

Из сопоставления полученных результатов расчетов удельной способности на смятие и скалывание можно сделать вывод, что величина удельной несущей способности на скалывание меньше величины смятия на 1,3 %, поэтому дальнейшее сравнение трапецеидальной резьбы и резьбы треугольного сечения будет исходить из условий скалывания.

По результатам видно, что с уменьшением наклона резьбы к оси винта повышается удельная несущая способность при работе на скалывание. Это обусловлено тем, что в связи с увеличением коэффициента m_d , зависящего от α наклона резьбы к оси винта, увеличивается плоскость скалывания, что приводит к повышению удельной несущей способности на скалывание.

Аппроксимацией полученных точек выведена расчетная математическая модель:

$$T = 0,0002D + 4E - 05,$$

где T – удельная несущая способность соединения, работающего на скалывание; D – диаметр винта.

Согласно исследованным вариантам резьбы на скалывание, наиболее эффективной является треугольная резьба с углом наклона к оси винта 60° . Это объясняется тем, что у резьбы треугольного сечения площадь скалывания

больше и, как следствие, скалывающая нагрузка распределяется более равномерно.

В соответствии с результатами расчетов выявлено, что определяющим для винтовых соединений является работа на скалывание. Из результатов вычислений установлена математическая модель, описывающая зависимость несущей способности от диаметра винта.

Список литературы

1. Андросов А. А., Гребенюк Г. П. Резьба Эллиптическая Андросова – Гребенюк (патент № 2389916, 2010)
2. Бокщанин Ю. Р., Квятковская А. П., Лашманов В. И. Справочник мастера деревообработки // Лесная промышленность. 1987.
3. ТУ 32 ЦП-229-79, Винт деревянный для укрепления концов деревянных шпал и переводных брусьев. ЦНИИ МПС, 1979.
4. Бондарев А. Л., Журавский-Скалов Д. Л. Ремонт деревянных шпал. М. : Транспорт, 1972.
5. СП 64.13330.2017, Деревянные конструкции Актуализированная редакция СНиП II-25-8. М., 2017.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ РЕБРИСТЫХ ПЛИТ ПРИ МЕСТНОМ ИЗГИБЕ

К.А. Рудяк*

Сибирский федеральный университет

Еще в 1967 г. А. С. Вольмир подробно исследовал работу подкрепленных пластин в пределах упругости и закритической стадии [1]. При этом им было отмечено, что напряженно-деформированное состояние (НДС) таких пластин значительно зависит от жесткости контура пластины, в том числе от характеристики сопряжения обшивки с ребром. Эта характеристика, в зависимости от ширины ребра и сопряжения его с обшивкой, может иметь тенденцию как к шарнирному опиранию, так и к жесткому закреплению.

Однако до настоящего времени в строительной научно-справочной литературе отсутствуют сведения, которые давали бы возможность определять, при каких соотношениях толщины обшивки и ширины ребра можно считать опирание шарнирным либо жестким закреплением.

В связи с этим автором были проведены исследования для определения влияния ширины приклеивания обшивки к ребру плиты на её НДС, а также получение упрощенных формул и коэффициентов, которые оценивают упругость заделки рассматриваемой конструкции. Были построены графики зависимости полученных прогибов элементов от испытательной нагрузки при различной ширине их опирания; значения были сопоставлены с теоретическими, произведена аппроксимация результатов с последующим выведением формул.

Были решены следующие задачи: изготовлен стенд для проведения испытаний и предложены способы заделки с варьируемой шириной, были проведены испытания.

Объектом исследования является подкрепление фанерной обшивки ребрами жесткости.

Экспериментальные исследования фанерных плит проведены на образцах толщиной 10 мм, имеющих размеры в плане 100×1400 мм. Всего было подготовлено пять идентичных образцов. Марка используемой фанеры – ФК – фанера на карбамидном клее с наружными слоями из шпона березы, 7-слойная, водостойкая, для внутреннего использования [2], расположение волокон наружных слоёв вдоль образца – поперечное.

Испытательный стенд, изображённый на рис. 1, построен на базе стенда для испытаний ж/б балок на изгиб и включает в себя: приспособления для зажима образца, представляющие собой две центральные неподвижные цилиндрические опоры диаметром $(20 \pm 0,5)$ мм, а также две крайние передвижные опоры диаметром $(20 \pm 0,5)$ мм (с возможностью их перемещения для изменения расстояния между опорами). В качестве средних опор (5) принимались сдвоенные шпильки М20, наваренные на стенд. В качестве крайних опор-

* © Рудяк К.А., 2019

катков (4) также принимались сдвоенные шпильки М20. Данные катки установлены на сварных консолях из уголков (2) 50×50 мм, наваренных на швеллеры (1) стенда. Уголки (2) служат направляющими для передвижения и изменения положения опор-катков. Фиксация опор-катков обеспечивалась брусками и струбцинами.

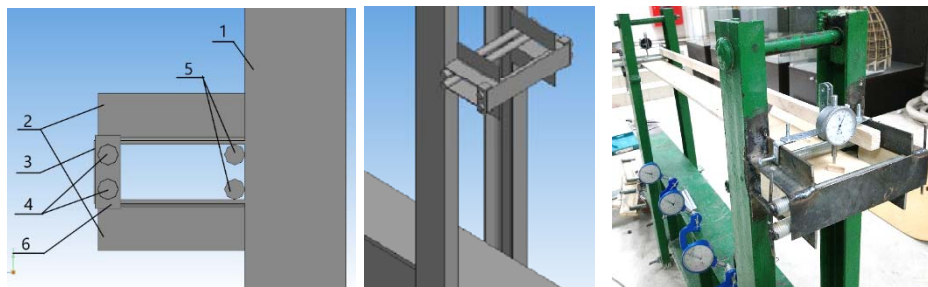


Рис. 1. Испытательный стенд: 1 – швеллер стенда, см рис. 3; 2 – уголки 50×50 мм; 3 – торцевая планка; 4 – подвижный каток (сдвоенная шпилька М20); 5 – неподвижная опора (сдвоенная шпилька М20); 6 – зажимная планка

Образцы были подвергнуты испытанию статической кратковременной нагрузкой. Нагружение образцов производилось расчётной нагрузкой $129,0 \text{ кг/м}^2$.

Величина вертикальных прогибов измерялась с помощью трёх прогибомеров 6-ПАО-Ц-0,01, позволяющих производить замеры деформаций с точностью не менее $0,01 \text{ мм}$.

Образец испытывали с учётом требований и рекомендаций [2–4] согласно схеме, изображённой на рис. 2. Перемещение образца из плоскости должно также быть ограничено, но не препятствуя его деформированию в направлении действия нагрузки.

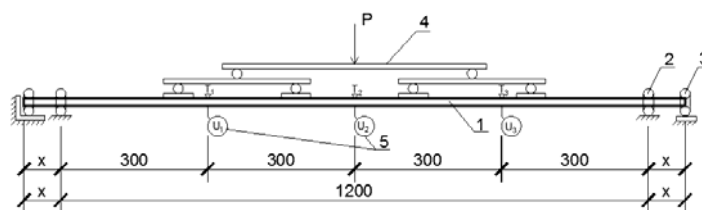


Рис. 2. Схема испытания образца: 1 – образец; 2 – опора; 3 – цилиндрический каток; 4 – нагружающая платформа; 5 – прогибомер 6 – ПАО-Ц-0,01

Расстояние между центральными опорами (2, рис. 2) $l = 1200 \text{ мм}$. Начальное расстояние между крайними опорами (3, рис. 2) относительно центральных равнялось заданной величине $x = 100 \text{ мм}$ и изменялось после каждого испытания на 20 мм с каждой стороны.

Во время испытаний производили непрерывное наблюдение за поведением исследуемых конструкций (появление трещин, разрывов волокон и прочих повреждений).

По значениям максимальных деформаций были построены графики зависимости полученных прогибов элементов (рис. 3) от испытательной нагрузки при разной ширине их опирания, а их значения были сопоставлены с теоретическими с последующей аппроксимацией результатов.

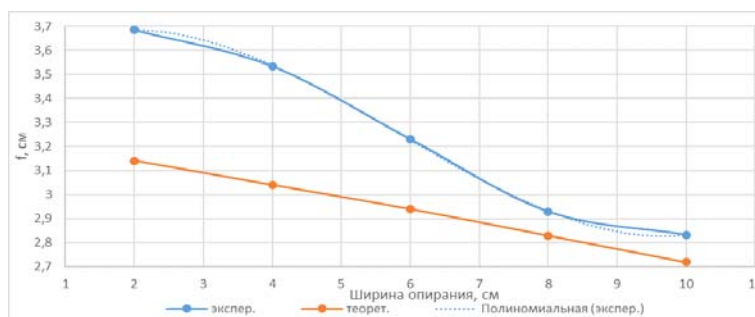


Рис. 3. Зависимость деформации от нагрузки в зависимости от ширины опирания:
а – экспериментальные; б – теоретические

Разница прогибов f между экспериментальными и теоретическими значениями составила от 4 % при $b = 10$ см) до 14 % при $b = 2$ см. При этом прогиб при опирании фанеры $x = 0$ см (то есть на одну шпильку с каждой из сторон) составил $f_{max} = 9,46$ см.

Аппроксимируя значения экспериментальных данных (рис. 5), получили функцию зависимости (1) величины прогиба (f) от ширины опирания (b) обшивки:

$$f(b) = 0,0037b^3 - 0,065b^2 + 0,2121b + 3,4902 \quad (1)$$

Данная зависимость позволяет определить деформацию фанерной обшивки толщиной $\delta = 10$ мм (const), в зависимости от ширины ребра на которое она опирается.

Следует ввести критерий $k (b/\delta)$, позволяющий определять при каких соотношениях толщины обшивки (δ) к ширине ребра (b), будет иметь место шарнирное опирание, а при каких жесткое закрепление. Тогда можно записать выражение, которое будет уравнивать значение прогиба при жестком закреплении обшивки со значением прогиба, полученного экспериментальным путем при разной ширине опирания обшивки на ребро, то есть при $k=1$ имеем жесткое заземление:

$$f_{жест.} \times k = f_{exp.} \quad (2)$$

где $f_{жест.} = 1,67$ см – прогиб, определенный аналитическим способом для данного случая.

Согласно выражению (2) и полученным экспериментальным данным можно сделать вывод, что при $b/\delta = 10$, критерий $k = 1,69$ является максимально приближенным к $k = 1$, что свидетельствует о том, что при опирании обшив-

ки пролётом 1 200 мм, ребра шириной $b = 10$ см недостаточно для жёсткого закрепления.

Таблица

Коэффициент $k(b/\delta)$

b/δ	0	20/10	40/10	60/10	80/10	100/10
f_{exp}	9,46	3,685	3,534	3,23	2,929	2,832
$f_{жестк}$	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
k	5,66	2,21	2,12	1,93	1,75	1,69

Аппроксимируя полученные данные получили математическую зависимость коэффициента k от b/δ :

$$k(b/\delta) = y = 0,0023(b/\delta)^3 - 0,04(b/\delta)^2 + 0,1308(b/\delta) + 2,09 \quad (3)$$

Таким образом, полученная зависимость позволяет определять критерий k . Данная математическая модель описывает влияние ширины опирания пластины на ребро плиты.

При расчете на прочность прямоугольных пластин с жестким защемлением по контуру на действие равномерно распределенной нагрузки необходимо знать значения максимального прогиба, также, как и значения изгибающих моментов в пролете и на опорах, значения максимальных поперечных сил.

На стадии вариантного проектирования рекомендуется принимать к упрощенному расчёту на жесткость критерий k , тогда искомая деформация для каждого случая b/δ (при условии $\delta = \text{const}$), вычисляется по упрощенной схеме согласно формуле (2). Для более точных результатов необходимо произвести вычисления в ПК ANSYS по уточненной схеме.

Список литературы

1. Вольмир А. С. Устойчивость упругих систем. М. : Физматгиз, 1963. 880 с.
2. ГОСТ 3916.1–2018 Фанера общего назначения с наружными слоями из шпона лиственных пород. Технические условия. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2018.
3. ГОСТ 9625–2013 Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2014.
4. ГОСТ Р 57790–2017 Конструкции деревянные несущие. Методы испытаний на прочность и деформативность. М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017.

**ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО
МНОГОПУСТОТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ
С КОМБИНИРОВАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ**

С.В. Рябчевская*

Научный руководитель Е.Г. Плясунов
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Строительство жилых и общественных зданий было и остается важнейшим явлением человечества. Как правило, такие здания выполняют многоэтажными, при этом чаще используют монолитный железобетон. Это связано с тем, что данная технология позволяет осуществлять различные фантазии архитектора. Кроме того, данный материал является достаточно экономичным, долговечным и огнестойким, а также имеет высокие прочностные и теплоизоляционные характеристики.

Однако одним из главных недостатков конструкций из железобетона является большой вес. При расчете и конструировании перед проектировщиком стоит ряд задач, связанных с данной проблемой.

Многочисленными исследованиями установлено, что одним из наиболее рациональных способов снижения веса зданий является облегченное железобетонное перекрытие – пустотное или ребристое. В таких перекрытиях из растянутой зоны удаляют бетон, оставляя лишь ребра, необходимые для устройства сварных каркасов и обеспечения прочности плит по наклонным сечениям [1].

Однако в России такие плиты чаще выполнены в сборном варианте, что существенно повышает трудозатраты и стоимость возведения. Несмотря на то, что за рубежом достаточно развиты технологии возведения монолитных облегченных перекрытий, применению таких конструкций в России препятствует фактор отсутствия в отечественной действующей нормативной базе указаний по проектированию и расчету монолитных железобетонных облегченных перекрытий.

Интерес к монолитным многопустотным железобетонным перекрытиям можно объяснить некоторыми обстоятельствами, а именно:

- сниженная масса перекрытия, соответственно пониженные нагрузки на несущие конструкции и фундамент здания;
- увеличение расстояния между несущими конструкциями (колонны, стены и т. д.);
- в некоторых случаях в качестве материала для пустообразователей используют переработанное вторичное сырье, что является решением экологических проблем.

* © Рябчевская С.В., 2019

На основе анализа существующих методов облегчения межэтажных перекрытий [1–5] установлено, что существует достаточно большой спектр конструктивных решений по снижению веса железобетона.

Используя метод облегчения перекрытий с включением так называемых пустообразователей, построена модель монолитной железобетонной облегченной плиты с комбинированным армированием стержневой и фибровой арматурой (рис. 1).

Математическое моделирование конструкции выполнено в программе «SolidWorks». Элементы конструкции выполнялись с помощью твердотельного 3D-моделирования и описания физико-механических свойств материала (объемный вес, модуль упругости, коэффициент Пуассона).

Надежность конструкции оценивалась с помощью мастера расчета запаса прочности на основе критериев разрушения. При расчете использован критерий максимального напряжения по Мизесу, основывающийся на теории Мизеса-Треска, которая реализует работу фибробетона.

В программе реализован принцип, согласно которому за несущую способность конструкции принимается нагрузка, при которой происходит разрушение конструкции.

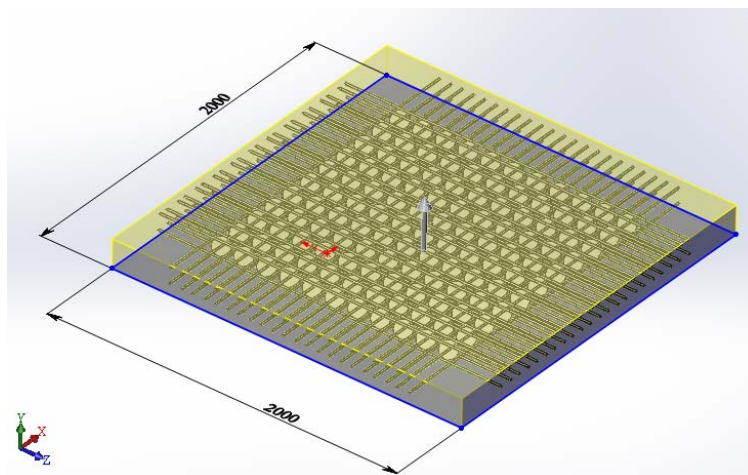


Рис. 1. Модель монолитной железобетонной облегченной плиты с комбинированным армированием

Изучение и контроль напряженно-деформированного состояния в конструкции осуществляется путем анализа эпюр напряжений и перемещений в узлах конечных элементов.

В начале нагружения модели, при минимальных нагрузках, когда деформации элементов малы и жесткостные характеристики не оказывают значительного влияния, напряженное состояние конструкции не имеет существенных показателей, свидетельствующих о разрушении плиты.

После ряда предварительных расчетов, выявлено, что разрушающая нагрузка конструкции плиты перекрытия составляет $P = 147,5 \pm 2,5$ кН, о чем свидетельствует эпюра распределения прочности в плите (рис. 2).

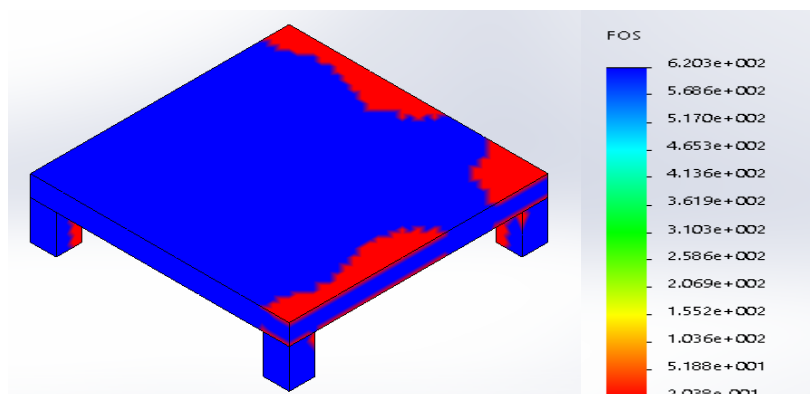


Рис. 2. Эпюра распределения запаса прочности в конструкции

Из эпюры запаса прочности (рис. 2) можно сделать вывод, что разрушение ряда конечных элементов конструкции начинается в опорных зонах.

Картина главных напряжений представлена на рис. 3.

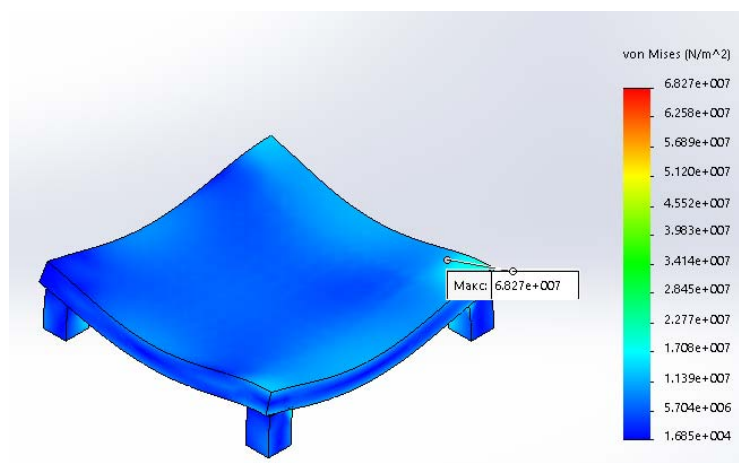


Рис. 3. Главные напряжения

Список литературы

1. Байков В. Н. [и др.]. Железобетонные конструкции. Общий курс : учебник для высших учебных заведений. 5-е изд., перераб. и доп. М. : Стройиздат, 2012. С. 773.
2. Постанен С. О., Березкина А. Ю., Комиссаров В. В., Постанен М. О. Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу // Молодой ученый. 2016. № 26. С. 74–76.
3. Малахова А. Н. Монолитные кессонные перекрытия зданий // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 79–86.
4. Heinze Cobiax Deutschland GmbH [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cobiax.com/de/technologie> (дата обращения: 16.04.19).
5. Daliform Group [Электронный ресурс]. URL: <https://www.daliform.com/en> (дата обращения: 16.04.19).

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССА МОНТАЖА

Т.А. Цхай*

Научный руководитель А.А. Коянкин
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время сборно-монолитное домостроение пользуется всё большей популярностью, что выражается в существенном приросте удельной доли данного вида строительства на фоне общей массы возводимых зданий. Такое развитие является вполне логичным и ожидаемым, так как сборно-монолитный каркас здания представляется более гибкой строительной системой. После проведённых исследований конструкций из сборно-монолитного каркаса, а также изучения опыта данного вида строительства, было сделано заключение о том, что на данный момент имеется относительно мало исследований, посвящённых совместному деформированию сборного тяжёлого и монолитного лёгкого бетонов.

Существуют моменты, «нелюбимые» проектировщиками в силу трудоёмкости их моделирования, а также трудности их понимания и осознания для грамотного учета в расчетной схеме. К таким факторам следует отнести нелинейность деформирования конструкции, причем, кроме физической и геометрической нелинейности, нужно отметить ещё и генетическую, то есть нелинейность деформирования конструкции в результате изменения НДС в процессе монтажа. В работах [1–4] указана необходимость учета порядка монтажа СК при выполнении расчета. При этом в данных работах имеются существенные различия картин распределения усилий в зависимости от учета или неучета предыстории изменения НДС в процессе монтажа.

Вместе с тем комбинация лёгкого монолитного и тяжёлого сборного бетонов является достаточно перспективной для устройства ригелей, где сборная часть ригеля воспринимает нагрузки от веса сборно-монолитных плит перекрытия до момента набора монолитным бетоном требуемой прочности, а после набора – обе части начинают совместно воспринимать усилия, вызываемые внешними нагрузками, а также полные эксплуатационные нагрузки.

Плюсами предложенной конструкции сборно-монолитного ригеля являются:

– меньшая масса лёгкого бетона и отсутствие необходимости выполнения цементно-песчаной стяжки существенно снижает вес ригелей, а следовательно, и всего здания. При этом устройство лёгкого монолитного бетона, обладающего меньшей прочностью, чем тяжёлый, обоснованно тем, что он включается в работу только на восприятие дополнительных монтажных (веса конст-

* © Цхай Т.А., 2019

рукций пола, перегородок, несущих стен и т. д.) и эксплуатационных нагрузок;

– лёгкий монолитный бетон позволяет не выполнять устройство цементно-песчаной стяжки, так как, по сути, он стяжкой и является;

– лучшая тепло- и звукоизоляция лёгкого бетона в сравнении с тяжёлым бетоном и цементно-песчаной стяжкой.

С целью определения влияния генетической нелинейности на НДС сборно-монолитных конструкций были проведены численные расчеты сборно-монолитного ригеля, осуществленные как с учетом стадии монтажа каркаса, так и без ее учета. Учет стадий монтажа показан на (рис. 1, а, б).

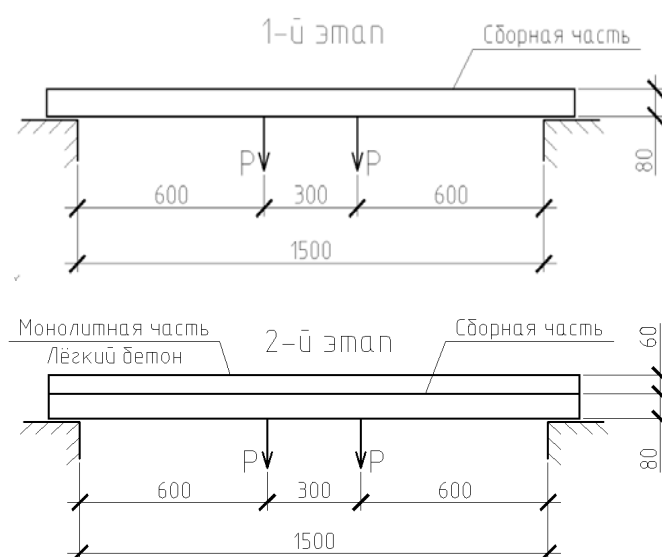


Рис. 1. Учет стадий монтажа каркаса: а – 1-й этап; б – 2-й этап

Целью данной работы является исследование НДС сборно-монолитных конструкций. Оценка состояния, работы конструкции, а также возникающих деформаций с учетом предыстории нагружений при действии длительных и кратковременных статических нагрузок. Получение экспериментальных результатов, и сравнение их с численными расчетами. Изучение и исследование конструктивной надежности элементов в составе сборно-монолитного здания.

Численные исследования сборно-монолитного ригеля были проведены в программном комплексе «Lira» с учётом поэтапности его работы.

Численные исследования показали, что даже визуальный предварительный анализ полученных картин напряжений и деформаций отмечает качественные отличия в характере их распределения при расчете с учетом и без учета процесса монтажа.

Список литературы

1. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. М., 2012.

2. Патент 161713 RU, МПК E04C2/06. Плита несъёмной опалубки / А. А. Коянкин (RU), В. М. Митасов (RU), Е. В. Галат (RU). № 2015151784/03; заявл. 02.12.2015; опубл. 27.04.2016.
3. Семченков А. С., Демидов А. Р., Соколов Б. С. Испытание фрагментов Плита-ригель сборно-монолитного перекрытия каркаса «РАДИУСС» // Бетон и железобетон. 2008. № 5. С. 2–4.
4. Карякин А. А., Сонин С. А., Попп П. В., Алилуев М. В. Испытания натурального фрагмента сборно-монолитного каркаса системы «АРКОС» с плоскими перекрытиями // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Строительство и архитектура». 2009. Вып. 9. С. 16–20.
5. Никоноров Р. М. Расчёт новых сборно-монолитных конструктивных систем // Бетон и железобетон. 2007. № 1. С. 12–15.
6. Шембаков В. А. Сборно-монолитное каркасное домостроение. Руководство к принятию решения. Чебоксары : ООО «Чебоксарская типография № 1», 2005. 119 с.
7. Мордич А. И., Белевич В. Н., Симбиркин В. Н., Навой Д. И. Опыт практического применения и основные результаты натуральных испытаний сборно-монолитного каркаса БелНИИС // Бюллетень строительной техники. 2004. № 8. С. 8–12.

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ КЛЯММЕРА

С.А. Шатрова*

Научный руководитель А.В. Фроловская
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Кляммер в системе навесного вентилируемого фасада (рисунок) – важнейший крепёжный элемент, изготовленный из металла, имеющий в своей конструкции специальные загибы, удерживающие облицовочный материал (керамогранит, керамические плиты, фиброцементные плиты и др.). Он также помогает избежать непрогнозируемых термических перемещений элементов облицовки, что исключает нарушение геометрии швов на фасаде с течением времени [1].

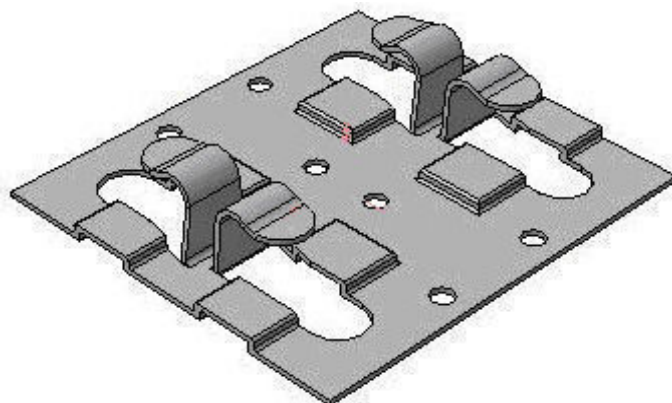


Рис. Кляммер рядовой оцинкованный

К данной детали необходимо предъявлять довольно серьезные требования, к примеру, «лапки» не должны терять прочность под действием прижимающих усилий при 2-3 циклах загибания-разгибания, что иногда требуется в процессе монтажа.

В частности, для крепления керамогранитных панелей используются кляммеры, изготовленные из металла разной толщины – чем выше устанавливается панель, тем толще должен быть используемый кляммер.

Расчет толщины кляммеров не регламентируется нормативными документами, а подбирается в зависимости от параметров керамогранита и высоты, на которой он устанавливается: чем она выше, тем толще должен быть используемый кляммер.

С кляммером связано большое количество дефектов на эксплуатируемых фасадных системах:

* © Шатрова С.А., 2019

- отогнуты «лапки» кляммера;
- сдвиг плит под воздействием вибрационных ветровых нагрузок при недостаточной прочности крепления кляммерами;
- установлено недостаточное количество кляммеров для надежного крепления;
- выход плиты из проектного положения;
- «лапка» кляммера расположена близко к боковой грани облицовочной плитки;
- отсутствие зазора между лапками кляммеров, необходимого для компенсации температурных деформаций.

Все вышеперечисленные дефекты в конечном счете могут оказаться причиной выпадения фиброцементных и керамогранитных плит облицовки, а выпадение из фасада одной панели, с большой долей вероятности, вызовет «эффект домино». Приложение ветровых нагрузок непредсказуемо изменится, и, скорее всего, вибрация конструкции при сильном ветре резко возрастет, за счет попадания внешних воздушных потоков в подфасадный зазор.

К примеру, приведем анализ новостных порталов последних лет, в которых упоминается разрушение навесной фасадной системы, связанное с усталостным разрушением кляммера:

- 30 апреля 2015 г. – г. Екатеринбург. От стены здания БЦ «Суворов» на Радищева, ба, обрушилась плитка: она рухнула с высоты третьего этажа на голову проходившей мимо женщины [2];
- 8 июня 2015 г. – г. Санкт-Петербург. Облицовочная плитка упала с фасада балкона 22 этажа [3];
- 03 октября – г. Астана. Облицовочная плитка упала с высоты девятого этажа и воткнулась в капот автомобиля [4];
- 14 марта 2016 г. – г. Красноярск. С фасада на уровне 5 этажа сорвался облицовочный лист. Погибла женщина [5];
- 3 мая 2016 г. – г. Красноярск. Фасадная плитка слетела с дома и упала на припаркованный автомобиль. У машины разбито лобовое стекло и помят капот [6];
- 26 января 2017 г. – г. Трехгорный. Порывистый ветер разрушил обшивку стены многоэтажного жилого дома [7];
- 15 февраля 2017 г. – г. Реутов. Упала облицовочная плитка фасада дома с 24 этажа на автомобиль [8];
- 1 июля 2017 г. – г. Санкт-Петербург. Фасадная плитка упала с навесного вентилируемого фасада новостройки «Я Романтик» [9];
- 10 декабря 2017 г. – Южно-Сахалинск. С 12-этажки комплекса «Адмирал» отлетела фасадная панель [9];
- 3 ноября 2018 г. – г. Красноярск. Одна из облицовочных плиток, закрепленных над 16-м этажом, сорвалась и упала вниз [10];
- 10 января 2019 г. – г. Барнаул. Со стены восьмого этажа упала облицовочная керамическая плитка, причинив тяжкий вред здоровью женщине [11].

Что же становится конкретной причиной данной проблемы?

Прочностные и жёсткостные свойства кляммера малоизучены. Прогноз срока эксплуатации данного элемента – это очень важная задача и имеет большое практическое значение. На изменение прочностных и жесткостных характеристик могут влиять несколько факторов: циклические нагрузки, воздействие окружающей среды и т. д.

Также играет роль усталость материала – склонность к разрушению после определённого количества циклов нагружения (изгибов, изломов, сжатий-растяжений и пр.). Стойкость изделия зависит от вида материала, условий его работы (прежде всего, температуры), формы и особенностей конструкции, а также характера приложения нагрузки.

На сегодняшний день не существует исследований, посвященных изучению усталостного разрушения кляммера.

Замечено, что зона разрушения кляммера в результате усталости металла практически не подвергается деформации (не «выглядит» опасной). Также отсутствуют внешние признаки усталости – лишь незначительные, практически незаметные трещины. Затем материал крепежа вдруг «ни с того ни с сего» трескается из-за накопленных внутренних дефектов. После возникновения макротрещины разрушение наступает очень быстро. Именно этим опасна усталость крепёжных изделий – её невозможно диагностировать пока не наступит фактическое разрушение, что связано с отсутствием нормативной литературы и расчетных методов.

Суть данной работы в проверке несущей способности кляммера и его отдельных элементов («лапки» и т. д.) на фактическую нагрузку, с учетом внешних воздействий, в частности, многократное отгибание-разгибание «лапок», а также действие температурных и динамических воздействий.

Конечно-элементное моделирование конструкции выполнено с использованием расчетно-программного комплекса «ANSYS».

Данный программный комплекс ориентирован на моделирование и расчет с использованием объемных конечных элементов. В современных системах объемные геометрические модели являются более востребованным средством описания конструкции и непосредственно используются для выпуска конечной документации.

Аппроксимация модели выполнена с уплотнением сетки разбиения в областях концентрации напряжений, которые определены при предварительной отработке расчетной модели. Это приводит к значительному повышению вычислительных затрат, но позволяет более точно изучить участки модели, имеющие сложную геометрию и сложное напряженно-деформированное состояние.

Список литературы

1. Сандыбаева А. А. Конструктивные особенности и обоснования различных видов систем навесных вентилируемых фасадов: дис. ... маг. техники и технологии строительства : 27.08.00 : защищена 31.05.2015. СПб., 2015. 79 с.

2. Новостной портал Екатеринбург онлайн : сайт. URL: <https://m.e1.ru/news/423133>.
3. Новостной портал Санкт-Петербург : сайт. URL: <https://topspb.tv>.
4. TENGRINEWS.KZ : сайт. URL: <https://tengrinews.kz/tv/novosti/obschestvo/5116>.
5. Лента региональных новостей : сайт. URL: <http://lentaregion.ru/97738>.
6. Новостной портал TRK7 : сайт. URL: trk7.ru.
7. Новостной портал Наш Челябинск : сайт. URL: <https://nashchelyabinsk.ru>.
8. Сайт дома Юбилейный 78 : сайт. URL: <http://u78.su>.
9. Фасады России : сайт. URL: <http://fasad-rus.ru>.
10. Комсомольская правда. Красноярск : сайт. URL <https://www.krsk.kp.ru/online/news/3285656>.
11. REGNUM – информационное агентство : сайт. URL: <https://regnum.ru/news/2550412.html>.
12. Трайв комплект : сайт. URL: <https://traiv-komplekt.ru>.

ПОСТРОЕНИЕ СЕТКИ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИИ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Т.Т. Шириев*

Научный руководитель Н.И. Марчук
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Программный комплекс ANSYS является универсальной, многофункциональной системой конечно-элементного (КЭ) анализа. На данный момент ANSYS позволяет решать комплекс поставленных задач в сфере строительства, автомобилестроения, атомной энергетики, электромашиностроения и т. д.

В данной статье будет рассматриваться построение сетки КЭ в ANSYS. Перед построением сетки необходимо задать геометрию объекта. Для примера была выбрана геометрия одиночного L-образного кронштейна. В системе ANSYS существует два способа построения геометрии:

1. импорт модели (предварительно построенной в другой программе);
2. создание твердотельной модели непосредственно в программе ANSYS.

В нашем случае для построения геометрии выбран второй способ. Геометрия построена в графическом модуле DesugnModeller (рисунок).

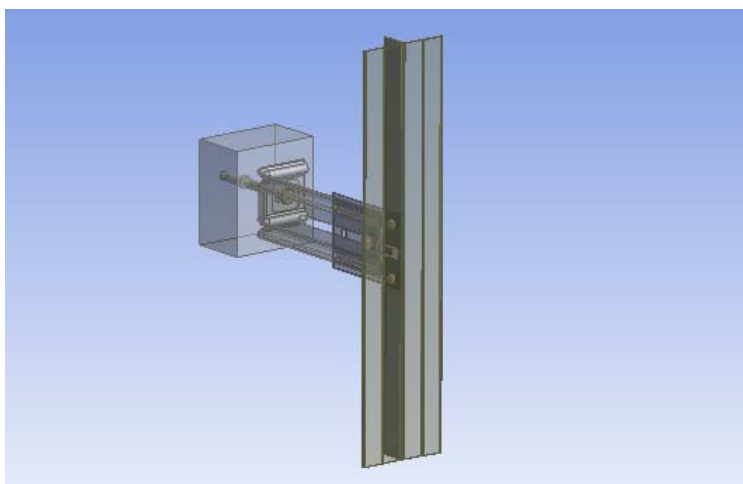


Рис. Геометрия объекта в ANSYS

Для построения сетки используется компонент Mesh. Рассмотрим основные методы построения сетки.

1. Automatic method. Автоматический метод построения сетки, при которой программа сама выбирает наиболее подходящий способ. Рассмотрим основные инструменты для регулирования качества сетки в данном случае: Relevance (плотность сетки), Relevance center (размер конечных элементов),

* © Шириев Т.Т., 2019

Element Size (числовое значение среднего размера ребра элемента), Initial Size Seed (генерация сетки с минимальным размером элементов), Smoothing (улучшение сетки путем сдвига узлов), Transition (степень изменения размера элемента).

2. Tetrahedrons method. Метод, при котором генерируется сетка из элементов в форме тетраэдров. При использовании данного метода можно выбрать два алгоритма построения сетки: Patch Conforming и Patch Independent. Рассмотрим оба алгоритма подробнее.

Patch Conforming необходимо использовать в тех случаях, когда в геометрии содержатся малые детали, которые нужно обязательно учесть.

Patch Independent необходимо использовать в тех случаях, когда геометрия не содержит деталей малого размера, или в тех случаях, когда геометрия имеет плохое качество, содержит в себе зазоры, неровности поверхностей и т. д. Перед тем как построить сетку, нам необходимо задать параметр Min Size Limit (минимальный размер элемента). Следующий параметр, который необходимо задать для сложной геометрии, – это Mesh Based Defeaturing (сетка, основанная на допусках), при выставлении параметра On (включено), появляется параметр Defeaturing Tolerance (значение допусков). Так как геометрия объекта сложная и содержит в себе объекты разной толщины, параметры Min Limit Size и Defeaturing Tolerance будут иметь значения от 2 до 20м.

3. Hex Dominant Method. Данный метод используется для создания сетки КЭ, состоящей из элементов в форме гексаэдров. При построении сетки есть параметр Free Face Mesh Type (выбор типа сетки), где можно выбрать Quad/Tri (кубические/тригональные) или All Quad (все кубические). Данный способ подходит в тех случаях, когда для элемента невозможно построить сетку методом Sweep, также стоит учитывать, что сетка строится неупорядоченными элементами, что, в свою очередь, может негативно повлиять на точность расчета. При построении сетки рекомендуется разбить геометрию на простые объекты и задать для каждого отдельный параметр Mesh Control.

4. Sweep. Метод, при котором сетка КЭ строится из призматических элементов, вытягиваемых по определенной оси, данный способ применим только к объектам, построенным способами Sweep (вытягивание), Revolve (вращение), Extrude (выдавливание) и имеющим Source Face (поверхность источник), Target Face (конечная поверхность) и Sweep Path (ось вытягивания), которая соединяет Source Face и Target Face. При построении сетки необходимо задать параметр выбора Source Face и Target Face, можно выбрать один из пяти вариантов.

Automatic (автоматический). Поверхности и ось определяются автоматически, подходит для элементов простой формы.

Manual Source (ручное определение источника). Ручное определение поверхности источника и автоматическое определение конечной поверхности. Данный способ подходит для объектов, у которых не совпадают размеры Source Face и Target Face.

Manual Source and Target (ручное определение источника и конечной поверхностей). Ручное определение поверхности источника и конечной поверхно-

сти. Данный способ подходит для объектов, у которых Source Face и Target Face имеют общие узлы или грани.

Automatic Thin (автоматически тонкий). Способ, применяемый для тонких элементов, при котором создаются КЭ толщиной в элемент.

Manual Thin (ручной тонкий). Способ применяемый для тонких элементов, при котором вручную выбирается Source Face.

MultiZone. Способ основан на автоматическом разделении объектов на две группы, к которым может быть применен метод Sweep или Hex Dominant Method. При построении сетки данным методом есть возможность назначения следующих параметров:

Mapped Mesh Type (управление типом сетки). Данный параметр задает форму КЭ в структурированной сетке.

Free Mesh Type (определение типа свободной сетки). Параметр определяющий тип КЭ в неструктурированной сетке.

Scr/Trg Selection (поверхность источник/конечная). Параметр определяющий поверхности для определения Source Face, Target Face.

Следует учесть, что при использовании метода MultiZone сетка КЭ может построиться не для всех элементов, это связано с тем, данный метод использует способ построения Sweep и Hex Dominant Method.

Список литературы

1. 3d Today [Электронный ресурс]. URL: <https://3dtoday.ru/blogs/dagov/ansys-meshing> (дата обращения: 12.04.2019).

2. ANSYS blog [Электронный ресурс]. URL: <https://cae-club.ru/publications/novye-vozmozhnosti-po-postroeniyu-setochnyh-modeley-v> (дата обращения: 12.04.2019).

3. ANSYS CLUB [Электронный ресурс]. URL: <https://cae-club.ru/publications/novye-vozmozhnosti-po-postroeniyu-setochnyh-modeley-v> (дата обращения: 12.04.2019).

4. ANSYS HELP [Электронный ресурс]. URL: <https://ansyshelp.ansys.com/> (дата обращения: 12.04.2019).

5. Котович А. В., Станкевич И. В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов : учеб. пособие. М., 2012.

6. Скворцов Ю. В., Глушков С. В. Использование МКЭ-пакета ANSYS для решения задач механики деформируемого твердого тела [Электронный ресурс] : интерактивное мультимедийное пособие / Минобнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (Нац. Исслед. ун-т). Электрон. текстовые и граф. дан. Самара, 2011.

7. Трушин С. И. Метод конечных элементов : учеб. пособие. М. : АСВ, 2008.

Теплоэнергетика

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ ШЛАКОВАНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ

И.В. Загородний*

Научный руководитель Е.А. Бойко
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В современной мировой энергетике на электростанциях, работающих на твердом органическом топливе, несмотря на огромное количество научных работ и исследований, сохраняет свою актуальность проблема шлакования поверхностей нагрева энергетических котельных агрегатов. Данная проблема актуальна в силу того, что невозможно в режиме онлайн отслеживать точный состав твердого топлива, состав его минеральной части, тонину помола и другие факторы, влияние которых на ведение режима энергетических котлов играют огромную роль [1]. Именно поэтому данная проблема является актуальной, особенно для «сильно шлакующих» топлив.

В силу того, что для большинства регионов России твердое топливо является самым дешевым источником энергии, современная Российская энергетика не может отказаться от его сжигания. В этой связи в энергетику активно внедряются методы для борьбы с шлакованием поверхностей нагрева энергетических котлов. В настоящее время существуют методы, направленные на конструктивные изменения горелок или топочного пространства или на изменения способа сжигания топлива, например, газификация. Эти методы достаточно эффективны, однако они являются очень дорогими, что малопривлекательно, а также долговременными, что увеличивает время простоя энергетических котлов и также приводит к экономическим потерям [2]. Существуют методы, основанные на оперативных измерениях параметров котла и вычислении различных коэффициентов, характеризующих степень загрязнения поверхности котлоагрегата. Такие методы включают в себя традиционные устройства для очистки поверхностей нагрева и комплекс диагностики интенсивности шлакования.

В мировой энергетике, в том числе российской, широкое применение получили различные зарубежные комплексные программные решения, для определения онлайн степени загрязнения поверхностей нагрева. Например, система технической диагностики шлакования и автоматического управления обдувочными аппаратами «FACOS» немецкой фирмы «Clyde-Bergemann GmbH» на котле П-67 № 1 Березовской ГРЭС и котле ПК-39 № 6 Рефтинской ГРЭС. Внедрение данной системы позволило увеличить КПД котла П-67 в среднем на 1 %, а также повысить бесшлаковочную мощность на 50 МВт. Также стоит отметить другие системы диагностики компании Bergemann, например, SMART FluxSensor, которая при помощи специальной вставки в экранную трубу опре-

* © Загородний И.В., 2019

деляет коэффициент теплопередачи, а также SMART Gauge, которая измеряет веса зольных отложений на конвективных поверхностях теплообмена. Данные системы являются достаточно эффективными, однако многие не учитывают ряд важных факторов, что является не всегда точным. Более того, зарубежные системы требуют колоссальных затрат, а также установки большого количества оборудования и датчиков, что снижает их привлекательность.

В этой связи существует потребность в создании недорогой альтернативной системы технической диагностики процессов шлакования поверхностей нагрева в режиме онлайн, которая бы имела в своем арсенале вычислительный аппарат для определения степени загрязнения поверхности по данным с АСУ ТП котельного агрегата, для которой было бы достаточным количество штатных датчиков и обдувочных аппаратов. В системе диагностики должно быть предусмотрено наличие рекомендаций по месту и времени очистки, а также предусмотрена возможность по расчетным данным прогнозировать шлакование. Наиболее дешевым и простым с точки зрения онлайн-измерений является измерение коэффициента тепловой эффективности ψ и коэффициента загрязнения ε для поверхностей нагрева в силу их нормируемости и безразмерности [3]. Оценка коэффициента тепловой эффективности осуществляется по следующему соотношению:

$$\psi = \frac{K_{\text{факт}}}{K_{\text{чист}}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{факт}}$ – фактический коэффициент теплопередачи реальной поверхности нагрева, кВт/(м² С); $K_{\text{чист}}$ – коэффициент теплопередачи для чистой поверхности, кВт/(м² С).

Фактический коэффициент теплопередачи находится по уравнению:

$$K_{\text{факт}} = \frac{Q_{\text{факт}} B_p}{F \Delta t} \quad (2)$$

где F – площадь поверхности нагрева, м²; Δt – среднелогарифмический температурный напор, °С; $Q_{\text{факт}}$ – фактическое тепловосприятие поверхности нагрева, кДж/кг; B_p – расчетный расход топлива, кг/с.

Фактические тепловосприятия различных поверхностей нагрева котлоагрегата находятся по уравнениям (3), (4):

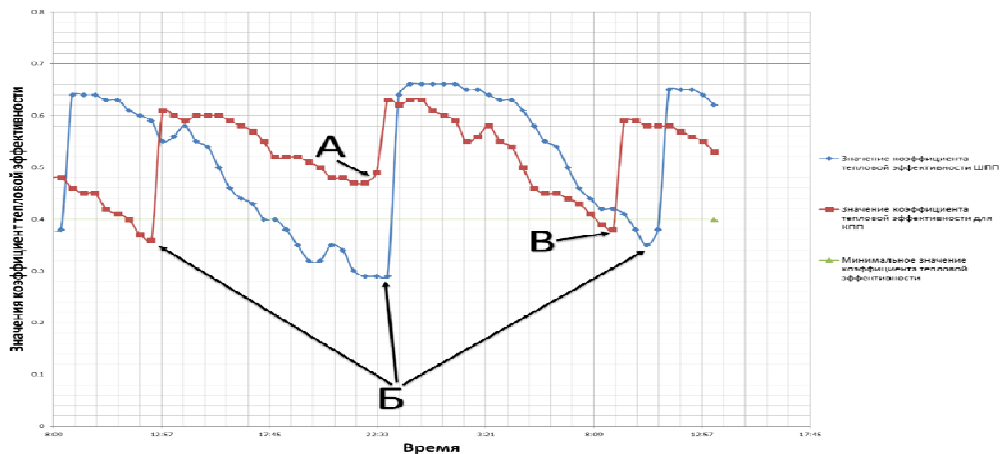
$$Q_{\text{факт ШПП}} = \varphi(H' - H'') + \Delta H_{\text{хв}} - Q_{\text{доп}} = \frac{D_{\text{пе}}}{B_p} (h'' - h') - Q_{\text{л}}, \quad (3)$$

$$Q_{\text{факт ВЗП}} = \varphi(H' - H'') + \Delta H_{\text{хв}} = \left(\beta_{\text{гв}} - \frac{\Delta \alpha}{2} \right) (H_{\text{гв}}^o - H_{\text{хв}}^o), \quad (4)$$

где H', H'' – энтальпии газов до и после поверхности нагрева, кДж/кг; $D_{\text{пе}}$ – расход рабочей среды, кг/с; h'', h' – энтальпии рабочей среды до и после поверхности нагрева, кДж/кг; $G_{\text{пв}}$ – расход питательной воды, кг/с; $V_{\text{воздух}}$ – расход воздуха через ВЗП, кг/с; $Q_{\text{доп}}$ – тепловосприятие дополнительных (прилегающих)

поверхностей; $Q_{\text{л}}$ –теповосприятие поверхности нагрева излучением; φ – коэффициент сохранения тепла; $H_{\text{ГВ}}^0, H_{\text{ХВ}}^0$ – энтальпии горячего и холодного воздуха [1, 4].

Особенностью методики является использование найденного по реальным эксплуатационным и топливным параметрам в режиме онлайн коэффициента чистоты поверхности $K_{\text{чист}}$. Новизной системы является возможность использования методики для расчета коэффициента тепловой эффективности всех поверхностей котлоагрегата.



На примере котла БКЗ-500-140 ст.6 Красноярской ТЭЦ-2 по данным АСУ ТП было симулировано поведение коэффициентов чистоты ширмового и конвективного пароперегревателей. На графике видно, что обдувка (резкие скачки вверх) осуществляется неэффективно: в некоторые моменты обдувка осуществляется слишком рано с точки зрения экономичности (точка А), в другие моменты (точки Б) обдувка осуществлялась слишком поздно, что приводило к понижению надежности, повышению риска пережога труб и к перерасходу топлива и потере экономичности.

Внедрение данной системы диагностики на котлоагрегате БКЗ-500 ст. № 6 позволяет сократить затраты на обдувку на 93 000 руб/год для одного котла. Уменьшение циклов обдувки также позволит уменьшить количество ремонтов и расшлаковок и увеличить межремонтный период для поверхностей нагрева, вызванных термошоками, а также приведет к уменьшению числа пусков и уменьшению длительности внеплановых простоев оборудования, вызванных шлакованием, что позволит экономить 1 100 000 руб/год. Поддержание коэффициента тепловой эффективности поверхностей нагрева на оптимальном уровне позволяет поддерживать КПД котла близким к номинальному, что приводит к экономии в 66 т.у.т в год для одного котла, что также позволяет экономить почти 93 000 руб/год.

Список литературы

1. Янов С. Р., Бойко Е. А. Обоснование применения экспериментально-расчетного подхода к оценке тепловой эффективности полурadiaционных и

конвективных поверхностей нагрева котельных агрегатов // Журнал известия высших учебных заведений «Проблемы энергетики». 2008. № 11–12. С. 3–12.

2. Wiatros-Motyka M. A. Optimization of coal fineness in pulverized fuel boilers. 2016. С. 6–8.

3. Hare N., Rasul M., Mozzaem S. A review on boiler deposition/fouling prevention and removal techniques for power plant. Recent advances in energy and environment // Proceedings of the 5th IASME / WSEAS International Conference on Energy and Environment, University of Cambridge, Cambridge, England 2010. С. 217–222.

4. Simulation of ash deposition in different furnace temperature with a 2D dynamic mesh model / Hao Zhou, Kun Zhang, Yawei Li, Jiakai Zhang, Mingxi Zhou // 2018. С. 4–10.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕВОДУ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С ЖИДКОГО НА ТВЕРДОЕ ШЛАКОУДАЛЕНИЕ

Д.О. Ковалев*

Научный руководитель Е.А. Бойко
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В настоящее время высокую актуальность имеет задача, связанная с повышением эффективности сжигания углей Канско-Ачинского бассейна. Основная часть котельных агрегатов Красноярского края представлена котлами с жидким шлакоудалением (ЖШУ), около 40 % выработки электрической и тепловой мощности электростанций приходится на паровые котлы данного типа. Длительная эксплуатация котлов с ЖШУ показывает, что техническое развитие топочных процессов остановилось еще в 1980-х гг., также имеют место такие проблемы, как высокая интенсивность шлакования и загрязнения поверхностей нагрева, повышенные значения выбросов вредных веществ в атмосферу [1].

Для решения данных проблем предлагаются конструктивные и режимные рекомендации по реконструкции котельных установок, которые позволяют повысить мощность и экономичность работы котлов, сжигающих Канско-Ачинские угли, при снижении выбросов оксидов азота до нормативных показателей.

После анализа наиболее распространенных технических решений, реализованных при реконструкции паровых котлов, и детального изучения опыта перевода котельных агрегатов с жидкого шлакоудаления на твердое, был сделан вывод, что, несмотря на огромный список различных рекомендаций, поиск рациональных способов сжигания Канско-Ачинских углей, которые обеспечат высокую эффективность, надежность и экологичность работы котельных агрегатов, имеет высокую актуальность.

Исходя из этого, был выполнен проект реконструкции в более узкой постановке, для оценки эффективности новой технологии перевода котельных агрегатов на твердое шлакоудаление, в качестве объекта реконструкции был выбран котельный агрегат БКЗ-420-140 ПТ-2 Абаканской ТЭЦ. Данный проект включает в себя следующие мероприятия.

1. Изменение габаритов топочной камеры (увеличение объема топочной камеры за счет перемещения задней стенки котельного агрегата, организации холодной воронки для твердого шлакоудаления и демонтаж пережима между камерой горения и камерой охлаждения).

2. Установку сопел третичного дутья на месте пережима и системы нижнего дутья, кроме того, планируется использование системы сухого золоудаления.

* © Ковалев Д.О., 2019

3. Замену горелочных устройств и мест их установки, а также переход на систему пылеприготовления с прямым вдуванием.

4. Установку системы сухого золоудаления DRYCONот CLYDEBERGEMANN.

5. Реконструкцию системы пылеприготовления, а именно переход на систему с прямым вдуванием.

6. Замену изношенных групп электрофильтров и батарейных циклонов на современные электрофильтры с КПД до 99 %.

7. Установку АСУ ТП с системой автоматической диагностики тепловой эффективности поверхностей нагрева котельного агрегата и средств очистки.

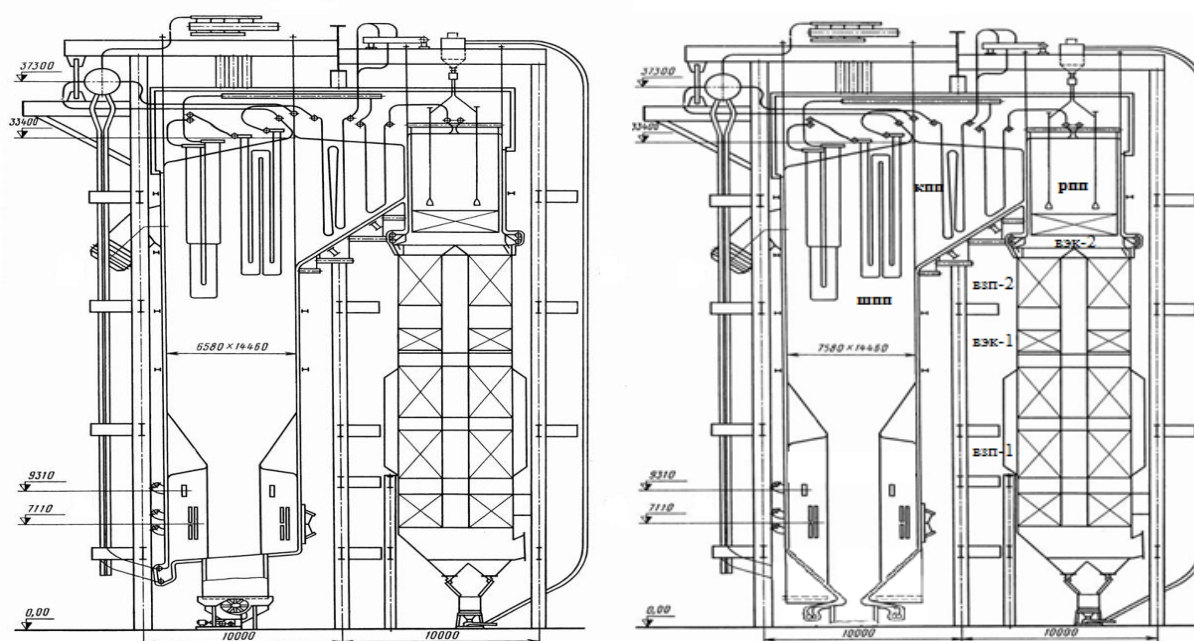


Рис. Продольный разрез котла БК3-420-140 ПТ-2 до и после реконструкции

Топочная камера котельного агрегата характеризуется вихревым движением частиц в зоне активного горения: сверху острым дожигающим дутьем, в холодной воронке подачей нижнего дутья. Удержание частиц в зоне активного горения улучшает заполнение топочной камеры, а также позволяет обеспечить глубокое выгорание горючих с применением экологичной и эффективной ступенчатой схемы дутья, таким образом, лучистый и конвективный теплообмен становится значительно лучше.

Топка лучше охлаждается за счет работы холодной воронки в режиме активного горения, чистых экранов и равномерного излучения от частиц в вихре [2].

Вихревая аэродинамика и ступенчатая схема подачи дутья и топлива в камеру сгорания на нескольких уровнях обеспечат:

1) удержание частиц в топке, снижение неравномерностей тепловыделения и подавление излучающего ядра факела при более интенсивном лучистом теплообмене;

- 2) участие холодной воронки в топочном процессе;
- 3) увеличение топочного объема и площади экранов в зоне активного горения;
- 4) снижение температуры на выходе из топочной камеры, переход на твердое шлакоудаление и чистоту экранных поверхностей нагрева.

Низкотемпературный топочный процесс подавляет эмиссию вредных веществ. Выбросы оксидов азота снижаются на 40–60 %, а снижение выбросов оксидов серы до 30–50 % можно достичь за счет их естественного связывания щелочными оксидами золы (CaO, MgO и др.) [3].

Расчеты котельного агрегата показали, что данная реконструкция имеет положительные результаты как с точки зрения экономичности и надежности работы котла, так и с точки зрения экологии. В таблице представлены температуры газов и нагреваемых сред в котельном агрегате, полученные в результате предварительных расчетов.

Таблица

Результаты предварительных расчетов (обозначения представлены на рисунке)

Показатель	Наименование поверхности							
	Топка	РПП	ШПП	КПП	ВЭК-2	ВЗП-2	ВЭК-1	ВЗП-1
Температура среды на входе, °С	286,67	344,27	349,3	459,14	247,04	220	210	30
Температура среды на выходе, °С	344,2	349,38	459,14	560	286,67	342	247,04	220
Температура газов на входе, °С		755	986,9	755	581,34	461,57	378,42	276,97
Температура газов на выходе, °С	986,9	581,3	755	581,34	461,57	378,42	276,97	147

Опираясь на данные исследований перевода котельного агрегата БКЗ-420-140 ПТ-2 Абаканской ТЭЦ на твердое шлакоудаление, можно выделить основные положительные результаты.

1. Увеличение бесшлаковочной мощности котельного агрегата до 420 т/ч, что, в свою очередь, сопровождается возможностью дополнительной выработки тепловой и электрической энергии.

2. Расширение регулировочного диапазона изменения паровой нагрузки котла за счет снижения интенсивности шлакования поверхностей нагрева, что, в свою очередь, достигается путем понижения температуры газового потока на выходе из топочной камеры до 986,9 °С и теплонапряжения топочного объема до 148,73 кВт/м³.

3. Увеличение КПД брутто котельного агрегата до 92,31 % за счет уменьшения потерь тепла с уходящими газами и с физической теплотой шлака.

4. Повышение экологических показателей работы котла, а именно снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, таких как оксиды азота, серы и концентрации твердых частиц в дымовых газах.

5. Снижение издержек путем увеличения среднеэксплуатационной нагрузки котельного агрегата, а также сокращение ежегодных затрат на расшлаковку и очистку пароперегревательных и конвективных поверхностей нагрева.

6. Минимизация затрат на замену вспомогательного оборудования котельного агрегата.

Таким образом, детальный расчет котельного агрегата с использованием автоматизированного расчетного комплекса в совокупности с трехмерным математическим моделированием позволят сформировать основной список наиболее эффективных технических мероприятий, способствующих повышению эффективности энергетического использования углей Канско-Ачинского бассейна.

Список литературы

1. Волков Э. П., Баринов В. А., Маневич А. С. Методология обоснования и перспективы развития электроэнергетики России. М. : Энергоатомиздат, 2010.

2. Котлер В. Р. Развитие технологий факельного и вихревого сжигания твердого топлива // Теплоэнергетика. 1998. № 1.

3. Архипов А. М., Гапеев В. В., Медведицков А. Н. и др. Экологическая эффективность ступенчатого сжигания кузнецкого угля // Теплоэнергетика. 1996. № 9.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ОТ КОТЛОВ КРАСНОЯРСКОЙ ТЭЦ-1

Ю.В. Никульшина*

Научный руководитель Е.А. Бойко
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В последние годы все большее внимание уделяется экологической составляющей. Проблема ухудшения качества атмосферного воздуха наиболее остро стоит в городах, где сосредоточены крупные промышленные предприятия теплоэнергетики, цветной и черной металлургии, машиностроения, лесоперерабатывающей, фармацевтической и химической промышленности.

В Красноярске на долю энергетических предприятий приходится 32 % от общегородских промышленных выбросов [1], из которых доля Красноярской ТЭЦ-1 составляет 38 % [2].

На Красноярской ТЭЦ-1 установлено тринадцать котельных агрегата марки ПК-10Ш (ст. № 4÷16) с твердым шлакоудалением и четыре агрегата марки БКЗ-270(320)-140 (ст. № 17÷20) с жидким шлакоудалением. В качестве основного топлива используется бурый уголь Ирша-Бородинского разреза.

В составе выбросов в атмосферу от Красноярской ТЭЦ-1 присутствуют твердые частицы, оксиды углерода CO, оксиды серы SO₂ и оксиды азота NO_x, процентное содержание которых в дымовых газах приведено на рис. 1.

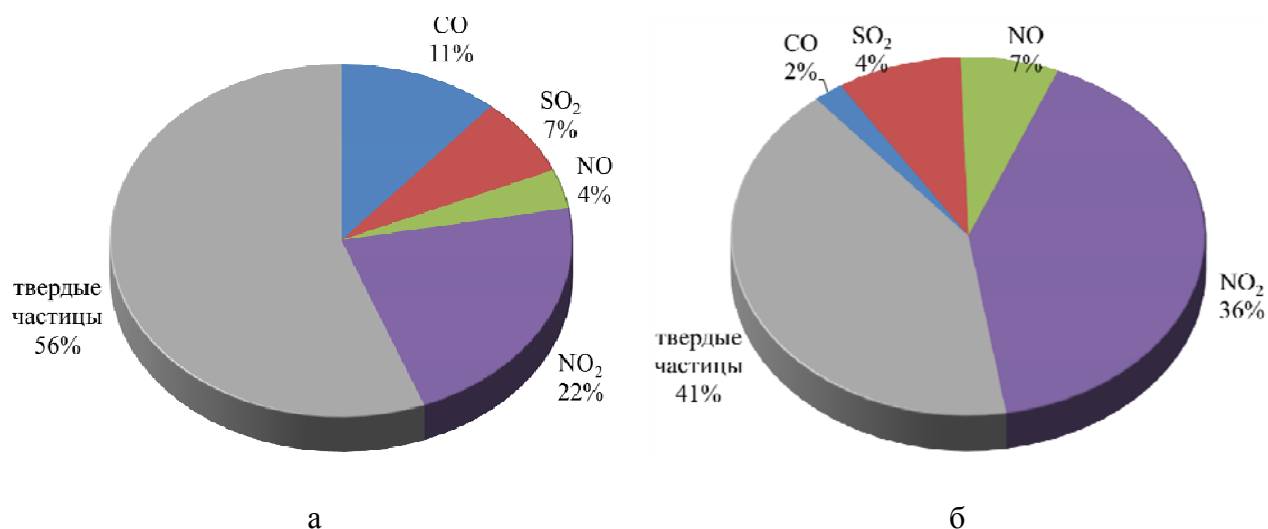


Рис. 1. Процентное содержание компонентов выбросов
вредных веществ Красноярской ТЭЦ-1
а – котлы ПК-10 Ш; б – котлы БКЗ-270(320)-140

* © Никульшина Ю.В., 2019

В качестве газоочистных сооружений на одном котле (ст. № 17) установлены электрофильтры с коэффициентом полезного действия 99 %, на восемнадцати котлах используются батарейные циклоны с коэффициентом полезного действия 85÷90 %, что не соответствует современным экологическим требованиям. Для рассеивания уходящих газов в атмосфере на станции установлено три дымовых трубы высотой 100, 120 и 180 м.

В связи с низкой степенью очистки батарейных циклонов, а также отсутствием мероприятий по снижению газовых компонентов вредных веществ размеры выбросов вредных веществ в атмосферу на котлах превышают допустимые выбросы, установленные в ГОСТ Р 50831–95.

Массовые концентрации оксидов азота при номинальной нагрузке не соответствуют техническим требованиям по удельным выбросам в атмосферу оксидов азота для котельных установок, вводимых на ТЭС до 2000 г., с паропроизводительностью до 420 т/ч при сжигании бурого угля. Данные инструментальных замеров по котлам, на которых зафиксированы превышения выбросов, приведены на рис. 2. Отклонение от нормативных выбросов оксидов достигает 38 % на котлах типа ПК-10Ш и 121 % на котлах БКЗ-320-140.

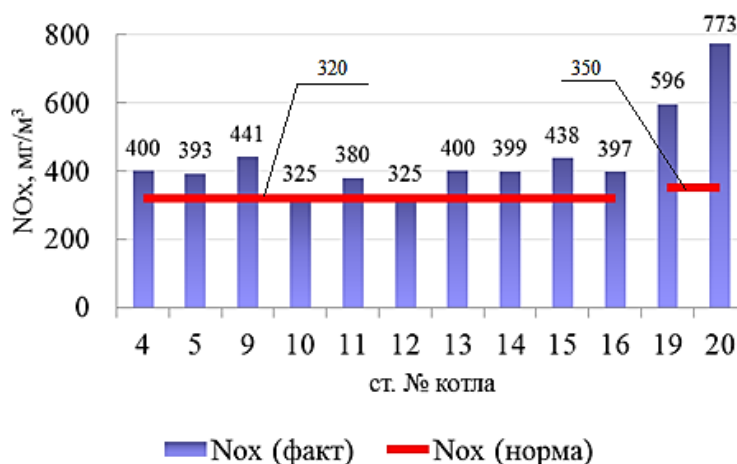


Рис. 2. Выбросы оксидов азота по результатам инструментальных замеров

В связи с изложенным выше, существует необходимость комплексного подхода внедрения воздухоохраных мероприятий с целью контроля и снижения выбросов вредных веществ до нормативных значений.

Для достижения поставленной цели была разработана математическая модель теплового расчёта котла и расчета выбросов вредных веществ, на основе которых получены следующие результаты

На этапе сжигания уменьшение выбросов оксидов азота достигается путем изменения конструкции горелочных устройств с прямоточных на вихревые. В результате чего массовая концентрация оксидов азота снижается на 15 %.

Использование рециркуляции дымовых газов также оказывает значительное влияние на интенсивность образования оксидов азота (рис. 3). Так, увели-

чение степени рециркуляции до 30 % приводит к снижению выбросов оксидов азота на 10 %.

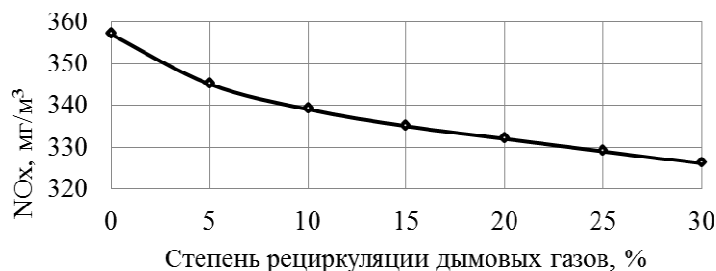


Рис. 3. Зависимость выбросов NOx от степени рециркуляций дымовых газов

Снижение выбросов оксидов азота достигается при использовании режимных мероприятий. На рис. 4 приведены зависимости изменения выбросов оксидов азота от коэффициента избытка воздуха в горелках, а также от доли первичного воздуха в горелках.

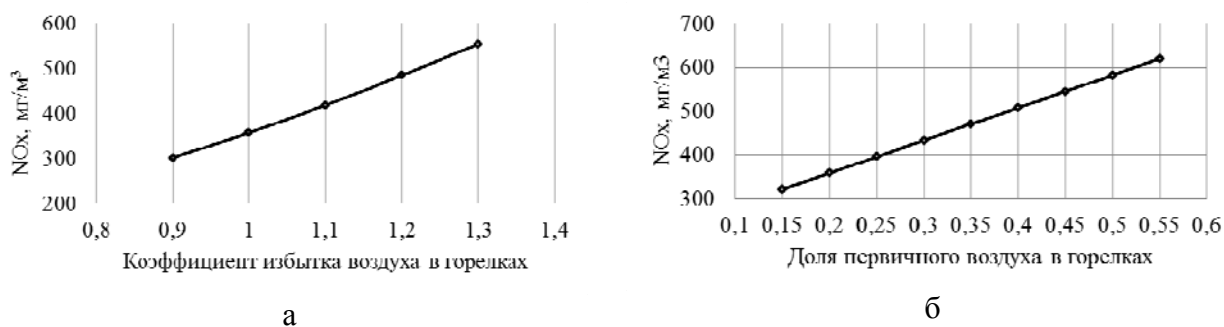


Рис. 4. Зависимость выбросов NOx: а – от коэффициента избытка воздуха в горелках; б – от доли первичного воздуха в горелках

Таким образом, при уменьшении коэффициента избытка воздуха в горелках с 1,3 до 0,9 выбросы оксидов азота снижаются на 45 %, а при снижении доли первичного воздуха в горелках с 0,55 до 0,15, интенсивность образования оксидов азота снижается на 50 %.

При снижении отношения скорости вторичного воздуха к скорости первичного воздуха с 4 до 1,4 выбросы оксидов азота снижаются на 74 %.

Количественное уменьшение выбросов твердых частиц достижимо путем замены действующего газоочистного оборудования на более эффективное. Так, в результате замены батарейных циклонов на электрофильтры снижение выбросов твердых частиц достигает 90 %.

В результате работы выполнены натурные и расчетные исследования для оценки экологической эффективности различных методов снижения выбросов, разработан комплекс конструктивных и режимных мероприятий, способствующих снижению выбросов вредных веществ от котлов Красноярской ТЭЦ-1.

Список литературы

1. Сводные тома предельно допустимых выбросов для городов Красноярского края : КГБУ ЦРМПиООС, 2012–2017. URL: <http://krasecology.ru/About/PDV>.
2. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году». Красноярск, 2017.

СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ ОТКАЗОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ (СДиПАО ТЭС)

С.Ю. Сизинцов, Д.И. Однолько*

Научный руководитель А.В. Бобров
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Программный комплекс СДиПАО ТЭС предназначен для анализа аварийных событий, прогнозирования количества отказов и определения рисков при эксплуатации основного технологического оборудования ТЭС. Целью разработки СДиПАО ТЭС является снижение финансовых рисков при эксплуатации основного технологического оборудования ТЭС за счет оперативной диагностики и прогнозирования возникновения аварийных отключений (отказов) основного технологического оборудования.

Идея программного комплекса. В разработанной Сибирский федеральным университетом программе используются различные расчётные методы оценки надёжности:

- *статистический метод* на базе статистики аналогичных отказов;
- *анализ диагностических параметров* оборудования;
- *анализ режимов и состояний*;
- *метод дерева событий* при интегральной оценке надёжности сложных объектов.

Центральным при расчёте вероятности отказа является событие отказа оборудования.

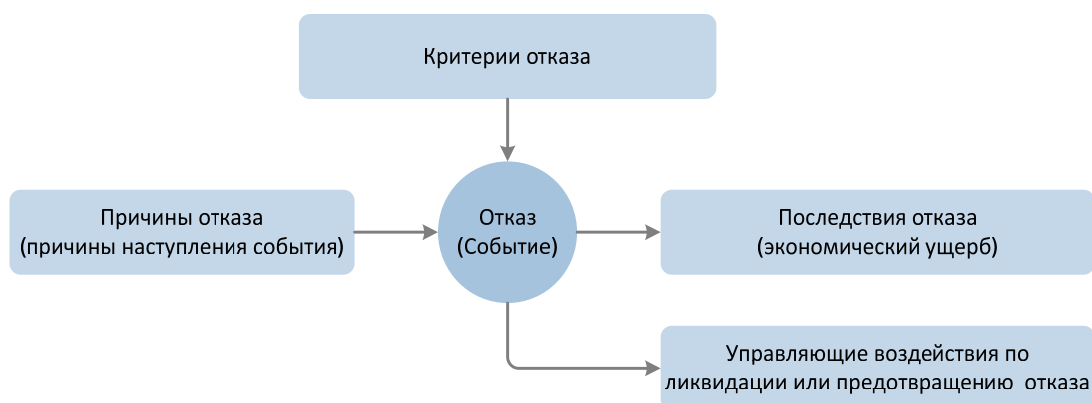


Рис. 1. Схема отказа

Процесс работы с программным комплексом включает:

- подготовительный этап (старт работы);
- обучение системы и расчёт статистики;

* © Сизинцов С.Ю., Однолько Д.И., 2019

- диагностика отказов;
- прогнозирование отказов.

Подготовительный этап заключается в регистрации пользователей системы и формирование базовой информационной модели объектов. Обучение системы и формирование статистики является непрерывным процессом, на основании которого определяются величины для статистических методов оценки вероятностей наступления отказов.

Требования, которым соответствует СДиПАО ТЭС:

- легко встраивается в технологический процесс;
- для работы программы нет требований по высокой производительности сервера;
- наличие модуля удалённого рабочего места;
- работоспособность программы в условиях недостатка исходной информации;
- отсутствие платного вспомогательного программного обеспечения;
- разработано с учётом идеи методики Минэнерго РФ (приказ № 676 [2]);
- высокая надёжность и стабильность ПО;
- соответствие строгому лаконичному дизайну без лишних компонентов;
- интуитивность интерфейса;
- разделение доступа администраторов и обычных пользователей;
- наличие защиты от доступа посторонних лиц к модулям программы;
- отсутствие требований к опыту программирования у пользователей;
- наличие доступа к данным на сервере с разных рабочих мест.



Рис. 2. Главное окно программы

Использование на электростанции СДиПАО ТЭС способствует повышению надежности работы оборудования за счет совершенствования системы планирования ремонтов, что позволит повысить стабильность энергоснабжения потребителей, а также экономить средства как на электростанции, так и у потребителя электроэнергии.

Описание ПО и полученных результатов

Структура модулей программного комплекса и интерфейс главного окна с кнопками доступа к каждому из этих модулей представлены на рис. 3.

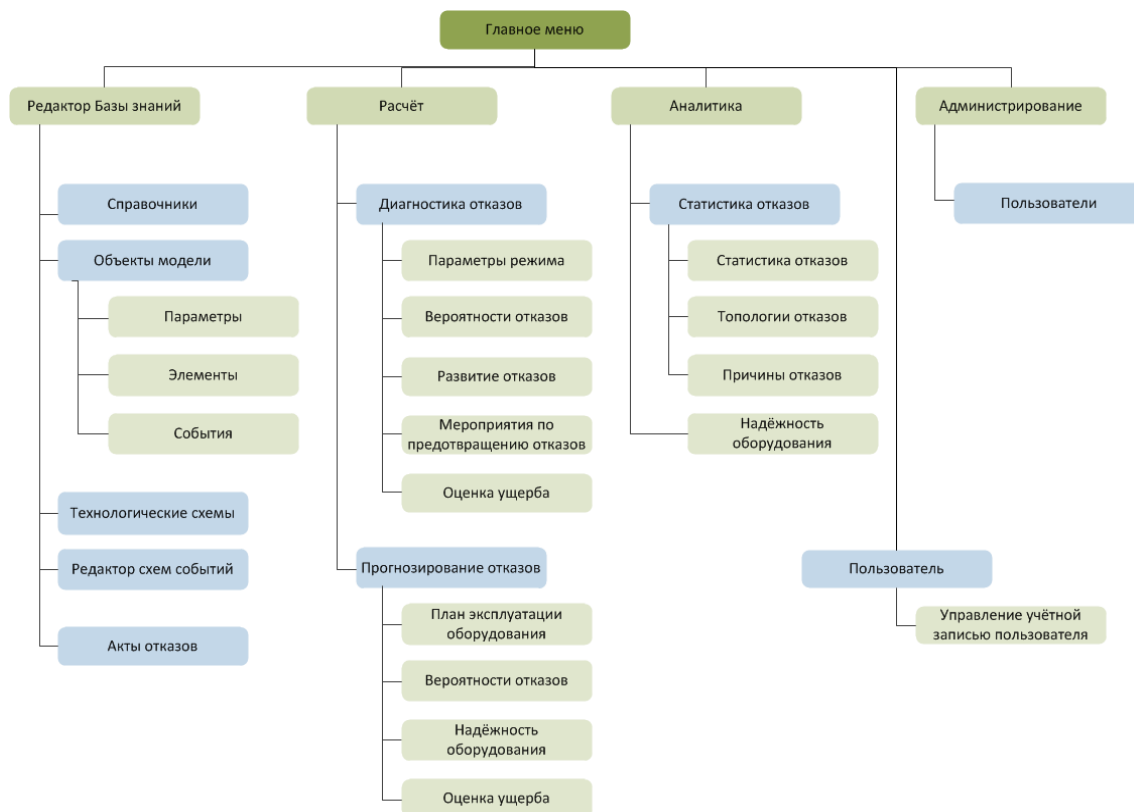


Рис. 3. Структура разделов макета программного комплекса.

Программный комплекс СДиПАО ТЭС интуитивно показывает на мнемосхеме состояние оборудования. Жёлтый цвет соответствует вероятности отказа высокой, красный – опасной. Когда оборудование светится жёлтым, возможно в плановом режиме исправить возникшие неисправности.

Если светится красным – ремонт оборудования требуется в экстренном режиме, иначе отказ оборудования приведёт к аварийному ущербу. На графике вероятности можно увидеть изменение вероятности отказа в зависимости от времени, а также аварии и выполненные ремонты (замена) оборудования.

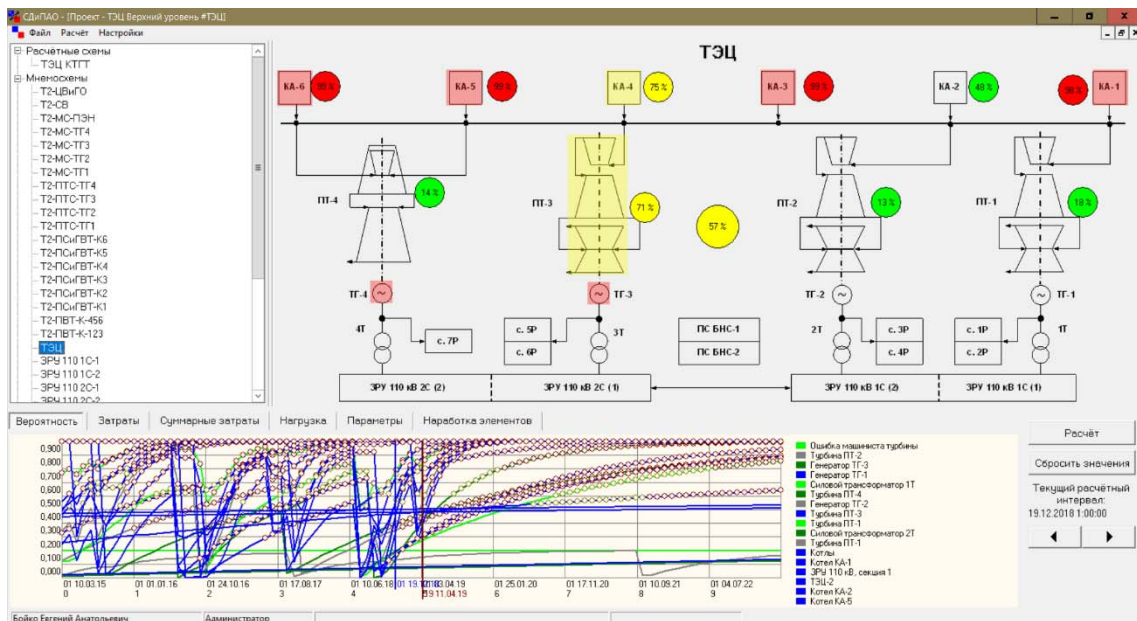


Рис. 4. Интерфейс программы с мнемосхемой и графиком вероятностей

На вкладке «Прогноз» отображается вероятность отказа и сколько дней осталось до отказа оборудования, затраты на расчётный интервал и величину «затраты × вероятность», которая учитывает вероятность отказа при расчёте затрат и используется на графике с суммарными затратами. График «Затраты» показывает затраты на каждый интервал расчётного периода, которые уже были, есть или будут в планах.

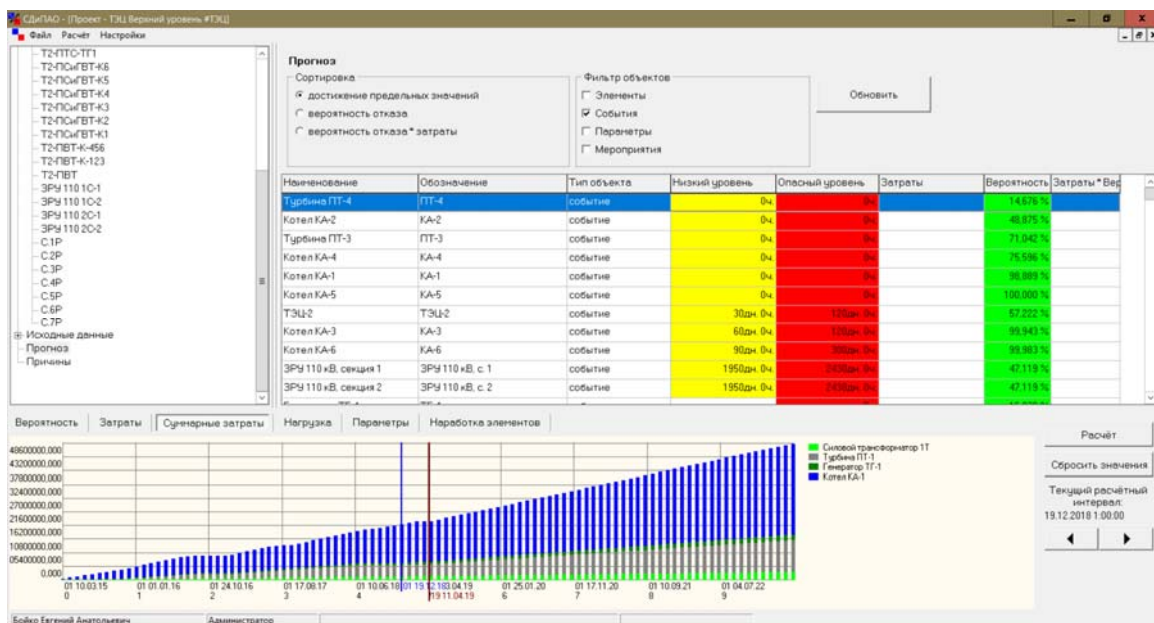


Рис. 5. Интерфейс программы с вероятностью отказа, прогнозом даты отказа и графиком суммарных затрат

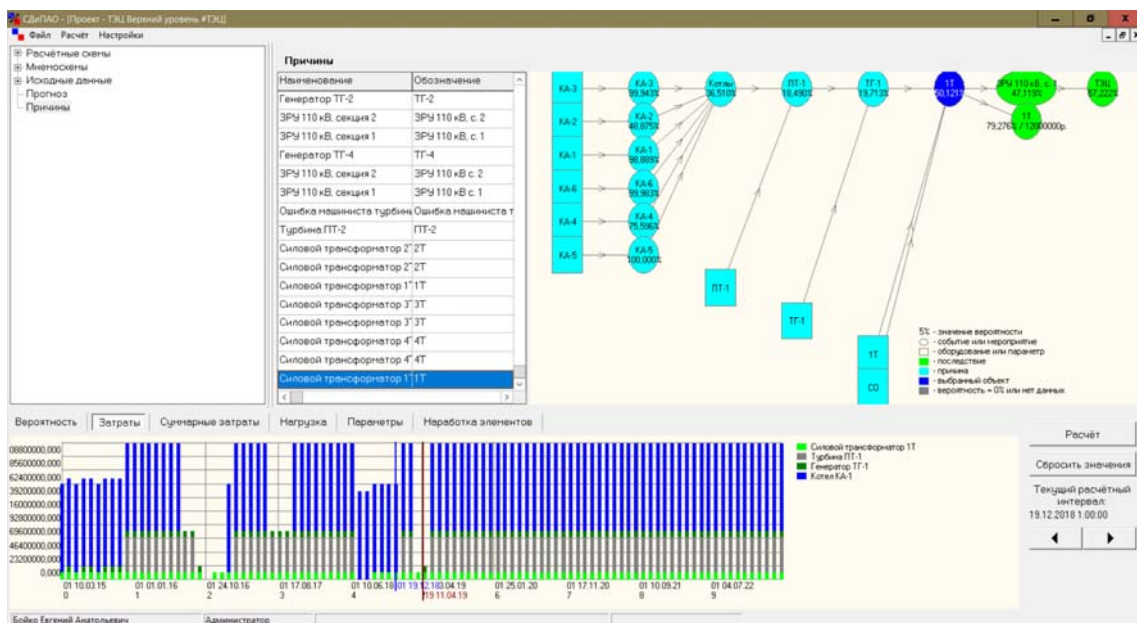


Рис. 6. Интерфейс программы с возможными причинами отказа и графиком затрат

На этапе опытной эксплуатации для Красноярской ТЭЦ-2 и Назаровской ГРЭС созданы десятки проектов, введено более сотни технологических и расчётных схем, тысячи элементов оборудования, параметров, событий и мероприятий.

Выводы

При внедрении СДиПАО для ТЭС технико-экономический эффект заключается в снижении ущерба от безвозвратных потерь средств производства и упущенной выгоды, затрат на ремонтно-восстановительные работы и платежей по договорным обязательствам, связанным с компенсацией ущерба. Ожидаемый экономический эффект только для двух указанных выше ТЭС составляет 100–150 млн руб. в год

В настоящее время программа находится на этапе опытной эксплуатации. Подготавливается к внедрению в производство. Планируется совершенствование математического аппарата программы для получения более точного прогноза, доработка удобства интерфейса и внедрение новых модулей, расширяющих функционал СДиПАО.

Список литературы

1. СТО 70238424.27.100.011-2008 Тепловые электрические станции. Методики оценки состояния основного оборудования. 2008.
2. Методика оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей : утв. приказом Минэнерго РФ от 26.07.2017 № 676.

ПРОЕКТ МИНИ-ТЭС НА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДАХ

Е.Г. Шубина*

Научный руководитель Е.А. Бойко
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) стоит остро не только в нашей стране, но и по всему миру. На сегодняшний день в России очень слабо развита комплексная система по обращению с отходами, не существует ни повсеместного раздельного сбора, ни предприятий, которые могли бы в больших объемах заниматься переработкой и производством изделий из вторичных материалов. На построение правильной и функционирующей системы по утилизации и обезвреживанию ТБО уйдет много средств и времени, однако проблема заполнения мусорных полигонов стоит остро уже сейчас. По этим причинам следует обратить внимание на более простой способ утилизации отходов – термическую утилизацию.

Термическая утилизация – самый простой после складирования способ утилизации ТБО, а образующаяся тепловая энергия может быть полезно использована. По всему миру имеется опыт установки мусоросжигательных заводов. В России существует два работающих по сей день (в Европе – 250). В нашей стране не ведется активного строительства таких промышленных предприятий из-за больших сомнений в их экологической безопасности. При сжигании ТБО, как и любого вида ископаемого топлива, образуются дымовые газы, зола и шлак, в состав которых входят опасные для человека и окружающей среды загрязняющие вещества. Твердые частицы, диоксиды серы и азота, хлорная кислота, тяжелые металлы и диоксин. Однако европейский опыт показывает, что применение хорошей и правильной системы отчистки дымовых газов позволяет располагать объекты даже в черте города без вреда окружающей среде и здоровью населения.

Таким образом, можно сказать, что экологические проблемы термической утилизации ТБО уже решены и актуальным становится вопрос повышения энергоэффективности и экономичности таких промышленных объектов. Использование тепловой энергии дымовых газов, образовавшихся в процессе термической утилизации для получения тепловой и электрической энергии, позволяет повысить экономичность сжигания ТБО.

Сократить капитальные затраты на строительство ТЭС можно путем размещения комплекса по утилизации ТБО в качестве расширения на площадке существующего энергетического объекта, например, на небольшой котельной или ТЭЦ. На территории, приближенной к Красноярску, такой площадкой может стать территория Красноярской ТЭЦ-4 (бывшая Сосновоборская ТЭЦ). Строительство Сосновоборской ТЭЦ велось в начале 1990-х гг. для покрытия

* © Шубина Е.Г., 2019

потребности в технологическом паре заводов автоприцепов, тепловых и электрических нагрузок промышленной площадки и жилых кварталов города. Строительство не было завершено, в эксплуатацию введён только пусковой комплекс (пиковая котельная). Строительство было прекращено из-за отсутствия финансирования. Сегодня станция работает в качестве котельной и обеспечивает теплом г. Сосновоборск и частично г. Железногорск.

Применительно к вышеописанной площадке в качестве предварительного технического решения можно предложить установку на территории ТЭЦ-4 комплекса по термической утилизации ТБО с одновременной выработкой тепловой и электрической энергии. На рис. 1 представлена принципиальная схема мусоросжигающей ТЭС для города Сосновоборска.

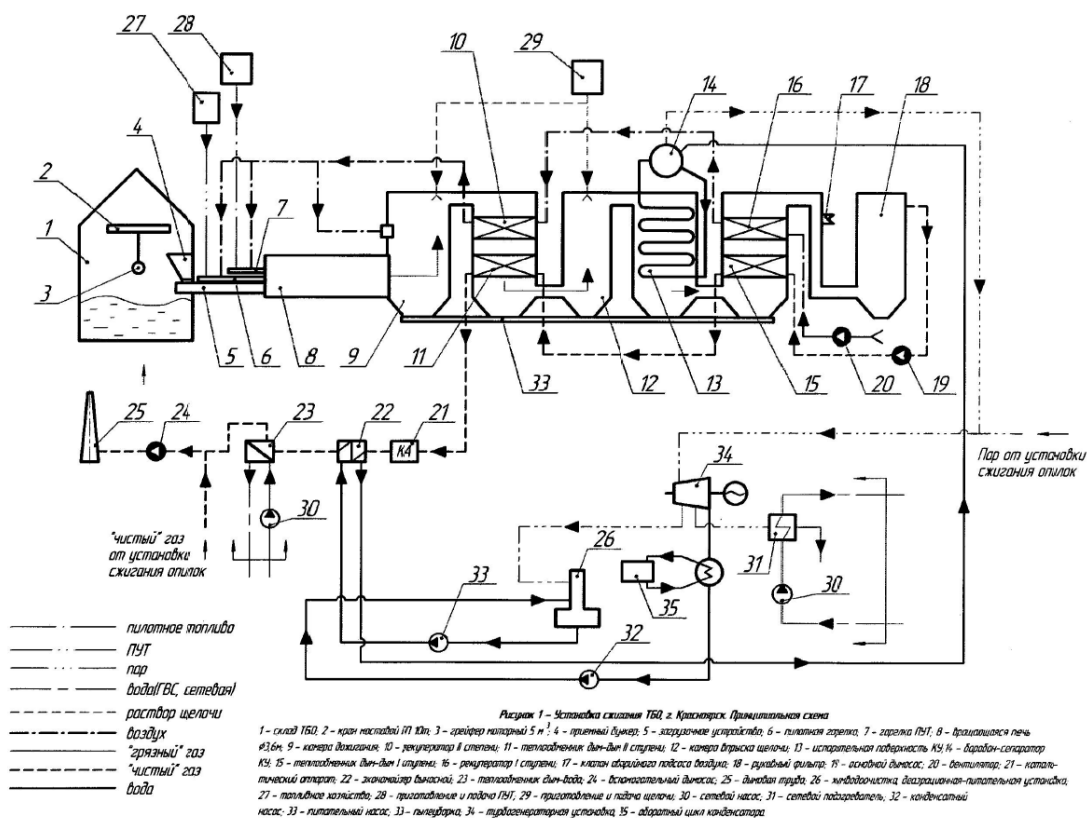


Рис 1. Принципиальная схема мусоросжигающей ТЭС:

1 – склад ТБО; 2 – кран мостовой; 3 – грейдер мостовой; 4 – приемный бункер; 5 – разгрузочное устройство; 6 – пилотная горелка; 7 – горелка ПУТ; 8 – вращающаяся печь; 9 – камера дожигания; 10 – рекуператор II ступени; 11 – теплообменник дым-дым II ступени; 12 – камера впрыска щелочи; 13 – испарительная поверхность КУ; 14 – барабан-сепаратор КУ; 15 – теплообменник дым-дым I ступени; 16 – рекуператор I ступени; 17 – клапан аварийного подсоса воздуха; 18 – рукавный фильтр; 19 – основной дымосос; 20 – вентилятор; 21 – каталитический аппарат; 22 – экономайзер выносной; 23 – теплообменник дым-вода; 24 – вспомогательный дымосос; 25 – дымовая труба; 26 – химводоочистка, деаэрационно-питательная установка; 27 – топливное хозяйство; 28 – приготовление и подача ПУТ; 29 – приготовление и подача щелочи; 30 – сетевой насос; 31 – сетевой подогреватель; 32 – конденсатный насос; 33 – питательный насос; 34 – турбогенераторная установка; 35 – оборотный цикл конденсата

Предварительное техническое решение предполагает следующий состав оборудования:

- 1) установка приготовления и подачи пылеугольного топлива (ПУТ);
- 2) склад ТБО;
- 3) мусоросжигательные печи;
- 4) комплекс газоочистки;
- 5) котлы-утилизаторы;
- 6) установка химической подготовки воды;
- 7) деаэрационно-питательная установка;
- 8) установка для приготовления и подачи щелочного раствора;
- 9) паротурбинная установка конденсационного типа с регулируемым теплофикационным отбором пара.

Установленная электрическая мощность ТЭС – 6 МВт, тепловая – 10 МВт. Производительность по утилизации ТБО составляет примерно 90 тыс. т/год. Обычно, для поддержания устойчивого горения, используется природный газ, что для Красноярского края затруднительно из-за его отсутствия в регионе. Уголь – наиболее доступное топливо в регионе – позволит существенно уменьшить эксплуатационные затраты. По этой причине принято решение отказаться от использования газа в качестве сопутствующего топлива.

Хранение ТБО осуществляется на крытом отапливаемом складе, для предотвращения дополнительного увлажнения и смерзания ТБО. Перед сжиганием ТБО проходят пункт предварительной сортировки с извлечением крупногабаритных негорючих материалов и вторичного сырья. Перед подачей в печь на сжигание ТБО подвергается предварительному подсушиванию. Подсушенные отходы в смеси с пылеугольным топливом подается в печь. Сам процесс термической утилизации производится во вращающихся барабанных печах. Барабанные печи, в отличие от слоевого сжигания и сжигания в кипящем слое, менее требовательные к фракционному составу ТБО, а также более надежны, из-за отсутствия движущихся элементов внутри камеры сгорания. Тепло дымовых газов, полученное при горении ТБО, используется в котле-утилизаторе для получения пара. Выработка тепловой и электрической энергии для обеспечения нужд потребителя и покрытия собственных нужд станции производится паровым турбогенератором. Предусмотрена очистка дымовых газов от загрязняющих газообразных веществ и пыли. Также может быть рассмотрена возможность полезного использования золы и шлака в дорожном строительстве.

По предварительным оценкам капитальные вложения на возведение мусоросжигательной ТЭС по данному техническому решению составит не более 2 млрд руб. При комбинированной выработке электроэнергии и тепла срок окупаемости составит не более шести лет. Совместная выработка электроэнергии и тепла, замена сопутствующего топлива (природного газа) на уголь делают данное техническое решение экономически целесообразным.

Список литературы

1. Тугов А. Н. Исследование процессов и технологий энергетической утилизации бытовых отходов для разработки отечественной ТЭС на ТБО. М. : ОАО «ВТИ», 2012. 349 с.
2. Тугов А. Н. Опыт использования твердых коммунальных отходов в энергетике (обзор) // Теплоэнергетика. 2015. № 12.
3. Алексеенко С. В., Перепечко Л. Н. Научно-технические разработки в сфере утилизации твердых бытовых отходов и потенциал их применения в Новосибирской области // ЭКО. 2016. № 12.
4. Тугов А. Н. Использование энергopotенциала твердых бытовых отходов в России и за рубежом. М. : ОАО «ВТИ», 2010.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ И ЖКХ

А.А. Шукис*

Научный руководитель Е.А. Бойко
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

В существующей экономической обстановке очень важным является грамотный выбор направления инвестиций. Объекты энергетической промышленности, как одной из важнейших стратегических отраслей, являющейся значимым компонентом национальной безопасности государства, должны финансироваться и совершенствоваться непрерывно. Однако в нынешней действительности вклады в развитие и модернизацию энергетической отрасли, НИОКР и проекты по строительству энергетических объектов имеют большие риски и становятся непривлекательными для потенциальных инвесторов до такой степени, что финансирование становится вынужденным и принудительным.

В настоящий момент комплексная защита энергетической безопасности признана частью государственной политики [1].

Моральное и физическое устаревание оборудования, работающего на энергообъектах десятилетиями, отсутствие модернизации, выполнение типовых проектов, проверенных годами, без применения современных технологий, повышающих энергоэффективность, экологичность и надежность, ушедших далеко вперед, всё это – важные проблемы энергетической отрасли, для решения которых необходимы инвестиции.

Для принятия решения в условиях масштабной вариативности, для повышения экономической привлекательности проектов в области энергетики и грамотного распределения финансирования необходима гибкая, достаточно точная методика оценки технико-экономической эффективности, которая позволит учесть весь комплекс влияющих факторов и выбрать научно обоснованно наиболее выгодный проект с долгосрочной перспективой.

Существующие методы оценки проектов энергообъектов разделены: технико-экономическая оценка позволяет подобрать наилучшую с точки зрения энергоэффективности технологию для реализации в представленных к анализу условиях, однако рассматривается лишь часть влияющих факторов; экономическая же оценка проекта по стандартной схеме совершенно не подходит для объектов энергетики и ЖКХ, так как результат оценки по такой методике покажет проект в силу его долгосрочности окупаемости непривлекательным для финансирования. Методика оценки, учитывающая весь комплекс влияющих факторов и позволяющая выполнить анализ с учётом долгосрочной перспективы, способствовала бы улучшению инвестиционного климата в энергетической отрасли,

* © Шукис А.А., 2019

позволила бы привлечь средства для реализации наиболее энергоэффективных проектов.

Существующий опыт зарубежных учёных и исследователей, таких как Aldo Bischi, Tengfei Ma, Junyong Wu, Liangliang Hao, Wei-Jen Lee, Huaguang Yan, Dezhi Li, Urbanucci L, Testi D, Yang Y, Zhang S, Xiao Y, Paolo Gabriella, Matteo Gazzania, Emanuele Martelli, Marco Mazzottia, в области создания алгоритмов оценки энергетической эффективности и оптимизации проектирования энергетических объектов, не подходит для российской действительности: колоссальные протяженности территорий, вытекающие трудности коммуникации, особенности региональной экономической обстановки и инвестиционного климата, уровень развития технологий на основе ВИЭ, проблемы ТЭК. Новая разрабатываемая методика должна учитывать все эти особенности, долгосрочную перспективу, вариативность; быть гибкой и достаточно точной.

Для решения обозначенной проблемы предлагается методика оценки экономической и инвестиционной привлекательности энергообъекта, основанная на учете долгосрочной перспективы с помощью метода реальных опционов. Технические и экономические характеристики рассчитываются как приведенные безразмерные коэффициенты: энергоэффективность, надежность, экологичность, окупаемость.

Концептуальная модель предлагаемой методики представлена на рис. 1.

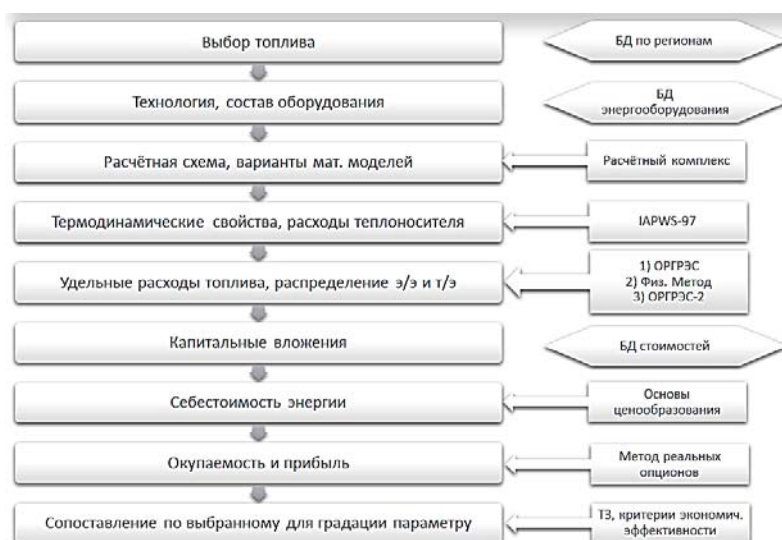


Рис. 2. Модель методики технико-экономического обоснования комплексного энергообеспечения объектов энергетики и ЖКХ

Расчёт начинается с задания региона и минимальных входных параметров: нагрузок, сроков, территориального расположения, желаемых параметров для выполнения градации вариаций, действующих экономических коэффициентов. Подбор источника топлива осуществляется посредством базы данных по регионам России. От источника топлива подбирается технология и состав оборудования, выбор которого также осуществляется на основе базы данных существующего энергетического оборудования. Далее расчётным комплексом гене-

рируется расчётная схема, прорабатываются варианты математических моделей в зависимости от выбранной технологии и состава оборудования. В ходе расчёта при помощи формуляций IAPWS-97 рассчитываются термодинамические свойства и расходы теплоносителя. После расчёта схемы выполняется расчёт технико-экономических показателей (ТЭП) по методам ОРГРЭС, ОРГРЭС-2 и эксергетическому (физическому) методам. На основе базы данных энергетического оборудования по показателю средней стоимости, а также по примерным оценкам стоимости монтажных работ выполняется оценка прогнозируемых капиталовложений в проект. Далее оценивается себестоимость энергии, вырабатываемой предполагаемыми вариантами генерирующих объектов. С помощью метода реальных опционов выполняется оценка окупаемости и прибыльности, инвестиционной привлекательности проекта. На выходе представляется сопоставление рассчитанных вариантов по изначально выбранному параметру градации.

Мощность	2 МВт	5 МВт	10 МВт	15 МВт	20 МВт	25 МВт	50 МВт	100 МВт	150 МВт	200 МВт	250 МВт
ПГУ+Р	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547	0,3547
ПГУ+Т+ВК	0,2947	0,3249	0,3458	0,3550	0,3601	0,3634	0,3706	0,3744	0,3757	0,3764	0,3768
ПГУ+Т	0,2947	0,3249	0,3458	0,3550	0,3601	0,3634	0,3706	0,3744	0,3757	0,3764	0,3768
ПГУ+Р	0,2947	0,3249	0,3458	0,3550	0,3601	0,3634	0,3706	0,3744	0,3757	0,3764	0,3768
ПГУ+К	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784	0,3784
ПГУ+Т+ВК	0,3050	0,3535	0,3812	0,3928	0,3991	0,4030	0,4115	0,4159	0,4175	0,4182	0,4187
ПГУ+Т	0,3050	0,3535	0,3812	0,3928	0,3991	0,4030	0,4115	0,4159	0,4175	0,4182	0,4187
ПГУ+К	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206	0,4206
ГТУ+ВК	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444
ГТУ	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444	0,6444

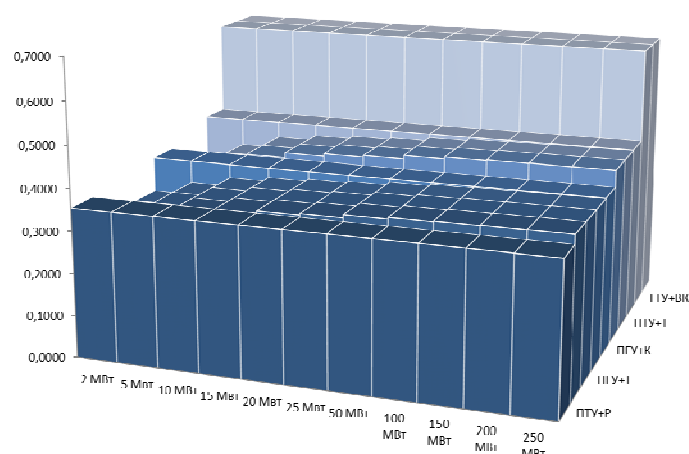


Рис. 3. Пример представления результатов анализа возможных вариантов с помощью разрабатываемой методики

Список литературы

1. Zheng Rui. Investment attractiveness of electric power industry of Russia. // Xi'an Shiyou University. Xi'an. China. 2015.
2. Aldo Bischi. Combined cooling, heat and power system operation planning & design: Mixed Integer Non Linear Programming. 15h September, 2016.
3. Tengfei Ma, Junyong Wu, Liangliang Hao, Wei-Jen Lee, Huaguang Yan, Dezhi Li. The optimal structure planning and energy management strategies of smart multi energy systems.
4. Мазур А. Разработка теоретических и прикладных основ комплексного энергообеспечения объектов ЖКХ. Красноярск, 2017.
5. Paolo Gabriella, Matteo Gazzania, Emanuele Martelli and Marco Mazzotta. A MILP model for the design of multi-energy systems with long-term energy storage. October 1st – 5th, 2017, Barcelona, Spain © 2017 Elsevier B.V. All rights reserved.

**Техносферная безопасность.
Решение проблем Арктики**

ОЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛОКУЛЯНТОВ

Д.В. Демченко*

Научный руководитель И.В. Андруняк

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Проблема очистки нефтесодержащих сточных вод существует уже довольно давно, но полностью данная проблема не решена и остается актуальной [1–3]. Для очистки сточных вод на нефтеперерабатывающих заводах (далее НПЗ) используют общепринятую схему очистки, которая включает в себя три основные стадии:

- механическая очистка от грубодисперсных примесей;
- физико-химическая очистка от коллоидных частиц;
- биологическая очистка от органических растворенных примесей.

Известно большое число методов и сооружений физико-химической очистки, который применяются или могут применяться в схемах очистки общего стока НПЗ, а также в схемах обработки локальных сточных вод технологических установок. Наиболее часто применяются такие методы, как коагуляция, электрокоагуляция, флокуляция и сорбция [4].

В данной работе упор сделан на физико-химическую очистку, которая обеспечивает более высокую эффективность очистки нефтяных стоков технически вспомогательными материалами – синтетическими флокулянтами.

Физико-химические методы применяют для очистки нефтесодержащих сточных вод от коллоидных и растворенных загрязнений, количество в воде которых после сооружений механической очистки остается практически неизменным. Нефтяные эмульсии, составляющие некоторую часть (примерно 1–5 %) общего загрязнения сточных вод НПЗ нефтепродуктами, образуются вследствие стабилизации капелек нефти в воде коагулянтами и флокулянтами. Такие нефтяные эмульсии не улавливаются на сооружениях механической очистки и могут быть выделены из воды только физико-химическими методами.

Цель настоящего исследования состояла в повышении эффективности очистки нефтесодержащих сточных вод за счет использования флокулянтов. Исследуемый флокулянт должен обеспечить высокую степень очистки стока, сократить время процесса очистки и обеспечить образование плотного осадка с низкой степенью обводнения. Данные исследования позволят спроектировать соответствующее сооружение и скомпоновать технологическую схему очистки нефтесодержащих сточных вод с аппаратами отделения и утилизации нефтешлама.

В данном исследовании было произведено сравнение наиболее эффективных синтетических флокулянтов таких торговых марок, как Praestol и

* © Демченко Д.В., 2019

Superflock. Все экспериментальные исследования проводились на натуральных нефтесодержащих сточных водах металлургического завода [5].

Исследования проводились в три этапа:

- приготовление рабочих растворов: 500 мл воды и 150 мл нефтесодержащей сточной воды;
- подбор дозировок флокулянтов: Superflock дозировка около 20,27 г, Praestol № 1 – 20,27 г, Praestol № 2 – 5,07 г.
- непосредственная очистка нефтяных сточных вод флокулянтами.

Очистка нефтесодержащих сточных вод проводилась в несколько этапов. В ходе испытаний были получены следующие результаты (рис. 1–3).

С помощью концентрометра КН-2 было установлено, что конечная концентрация нефтепродуктов в воде после использования флокулянтов Praestol № 1, Praestol № 2 и Superflock и использования фильтрационной двухслойной колонны (1 слой – фракция кварцита 0,45 мм, 2 слой – 0,25 мм) составляет 3,14, 2,97 и 0,5 мг/л соответственно. Требованиям технической воды отвечает только сточная вода после использования флокулянта Superflock.

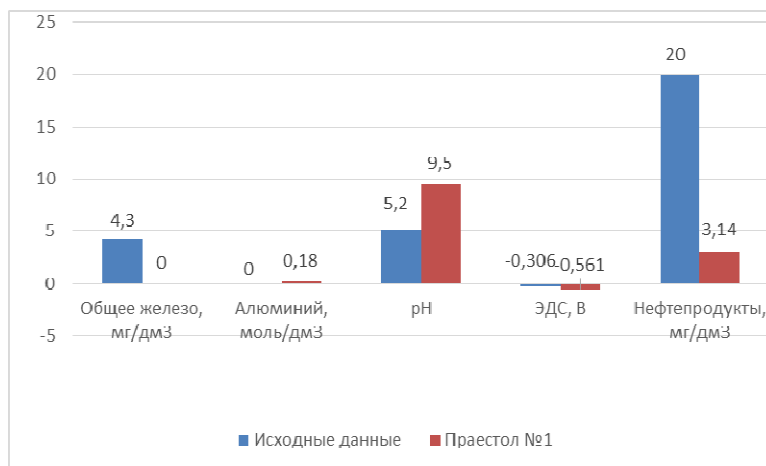


Рис. 1. Результаты исследования влияния флокулянта Praestol № 1 на нефтесодержащую сточную воду

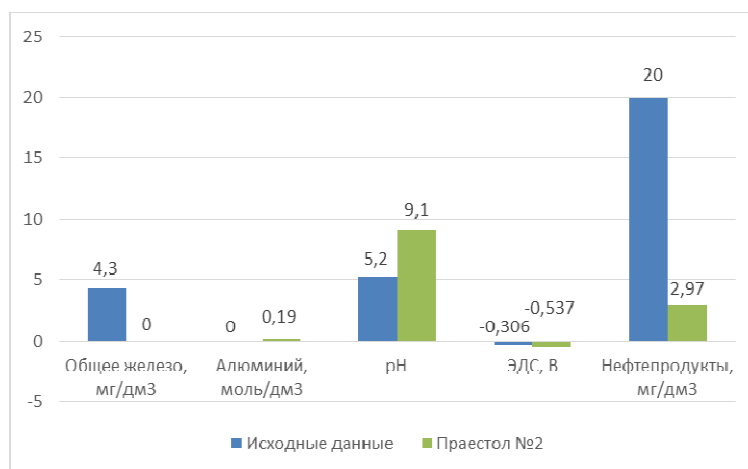


Рис. 2. Результаты исследования влияния флокулянта Praestol № 2 на нефтесодержащую сточную воду

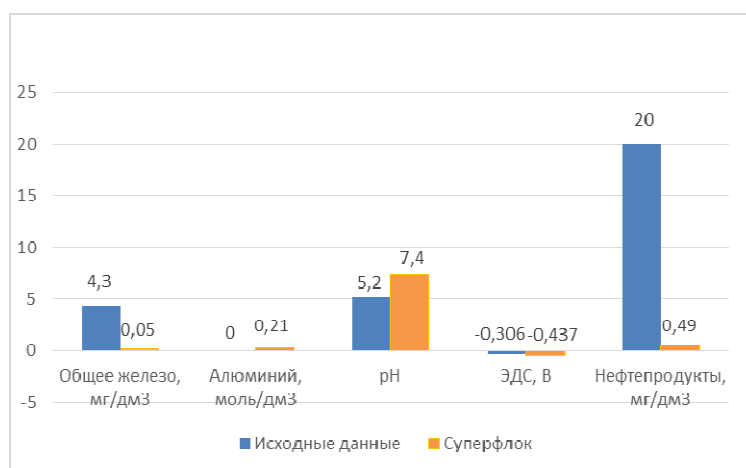


Рис. 3. Результаты исследования влияния флокулянта Superflock на нефтесодержащую сточную воду

В результате испытаний было доказано, что наилучшая степень очистки достигается при использовании флокулянта Superflock.

Список литературы

1. Яблокова М. А., Петров С. И. Комплексная технология очистки сточных вод от маслонепфтепродуктов // Химическая промышленность. 2003. Т. 80. № 11. 54 с.
2. Давыдова С. Л., Тагасов В. И. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде. М. : Изд-во РУДН, 2004. 131 с.
3. Патент 2077495 РФ, МКИ С 02 F1/28 / Зайданберг А. З., Рябченкова В. А., Дюккиев Е. Ф. Способ очистки сточных вод от нефтепродуктов. 1997. Бюл. № 11.
4. Запольский А. К., Баран А. А. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды. Ленинград : Химия, 1987. 202 с.
5. Андруняк И. В., Дубровская О. Г., Демченко Д. В. Применение синтетических флокулянтов для кондиционирования нефтесодержащих промышленных сточных вод // Труды международной научно-практической конференции: XLVI Международные научные чтения (памяти Ф. А. Блинова). М. : ЕФИР, 2019. С. 7–10.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОДЕЖДЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А.В. Забиров, Е.К. Батухтин*

Научный руководитель Т.А. Енютина
кандидат технических наук, доцент
Научный руководитель И.В. Калинин
ассистент

Сибирский федеральный университет

Целью работы является повышение уровня безопасности пожарных при тушении очагов возгорания за счёт совершенствования одежды специального назначения, в частности, боевой одежды пожарных (БОП). Боевая одежда пожарных изготавливается многослойной: пакет материалов состоит из ткани верха, водонепроницаемого слоя и съёмной теплоизоляционной подкладки [1] (рис. 1).

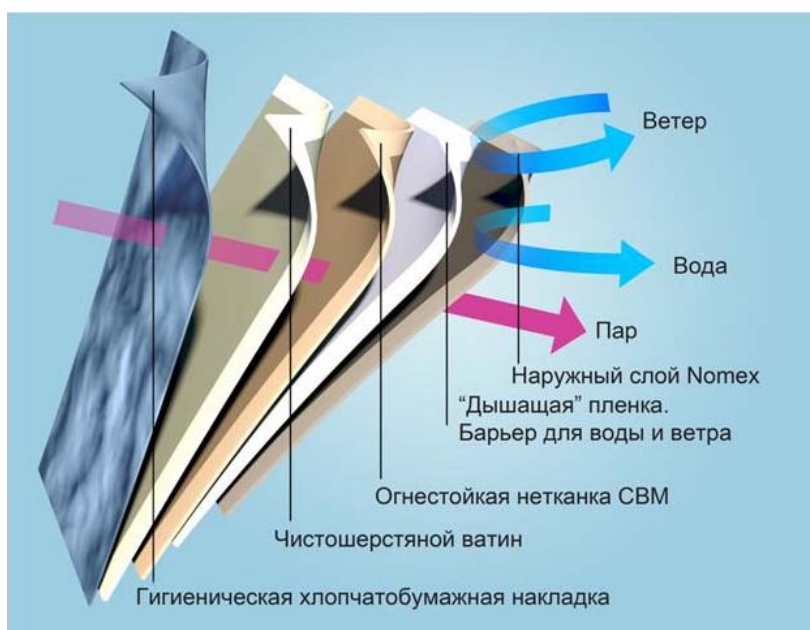


Рис. 1. Пакет боевой одежды пожарных

Для достижения поставленной цели предложен специальный защитный вкладыш, являющийся съёмной частью одежды пожарного или одним из ее предметов [2].

Вкладыш изготовлен из двух слоёв газонепроницаемого материала (рис. 2). По контуру защитного вкладыша выполнены герметичные швы, образующие участок с внутренней сквозной полостью, образованной слоями ткани. На одной стенке вкладыша закрепляются пружины из материала с памятью

* © Забиров А.В., Батухтин Е.К., 2019

формы – нитинола, который при нагреве самопроизвольно восстанавливает первоначальную форму. Пружины имеют форму плоской спирали и при температуре окружающей среды свёрнуты в спираль. Для удобства использования вкладыш 1 вшит между двумя участками хлопчатобумажной ткани.

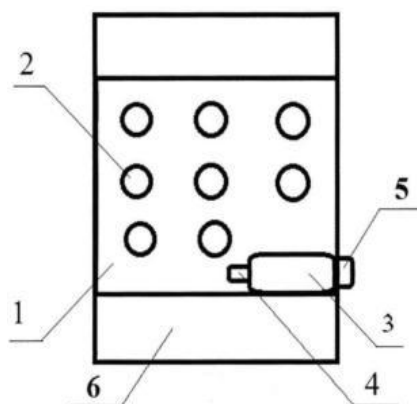


Рис. 2. Схема защитного вкладыша

Пружины 2 прикрепляются к стенке вкладыша с помощью термоклей. В нижней части вкладыша закрепляется баллончик 3 с азотом. Баллончик изготовлен из дюралюминия и имеет размеры примерно 30×90 мм.

Газ поступает в пространство между стенками вкладыша через выпускной клапан 4, который, в свою очередь, имеет пружину из нитинола, реагирующую на нагревание. Установку баллончика проводят с помощью захвата 5.

Для удобства монтажа предусмотрена вспомогательная ткань 6. При повышении температуры окружающей среды слои одежды прогреваются. Пружины 2 разворачиваются, образуя щелевое пространство с толщиной слоя δ (мм) между стенками вкладыша 1, заполняемое газом, поступающим из баллончика 3. При этом создается дополнительное термическое сопротивление.

Защитный вкладыш от перегрева может быть выполнен любой произвольной формы с возможностью закрепления на боевой одежде в любых местах в качестве дополнительного защитного средства, а также в форме отдельного защитного жилета.

Для подтверждения возможности применения конструкции с точки зрения тепловых показателей проведены расчёты коэффициентов теплопроводности λ , Вт/(м·К) вертикально расположенного щелевого пространства с толщиной слоя $\delta = (0,005 - 0,02)$, м, а также плотности тепловых потоков q , Вт/м² между стенками вкладыша. В качестве теплоносителей, а именно наполнителей для баллончика, были выбраны инертные газы – азот и гелий. По результатам расчётов в качестве теплоносителя для баллончика выбран азот.

Материал с памятью формы, имеющий уникальные свойства, находит применение в датчиках приборов по технике безопасности. Возможно его применение и в нефтяной промышленности, в частности, в превенторах нефтескважин для арктических регионов и приравненным к ним районам.

Список литературы

1. ГОСТ Р53264–2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Дата введения 2009-05-01. ФГУ ВНИИПО МЧС России.

2. Патент на изобретение № 2553005 от 24.07.2014. Защитный вкладыш от перегрева / Енютина Т. А., Афанасьев В. Е., Терещенко В. М. [и др.]. Оpubл. 10.06.2015.

БРИКЕТИРОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.А. Карелина*

Научный руководитель И.В. Андруняк
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Основу всех образующихся отходов на заводах, работающих по технологии Содерберга, составляют фторуглеродсодержащие отходы (рис. 1). Объём годового образования отходов для трех крупнейших алюминиевых заводов Восточной Сибири – Братском, Красноярском и Иркутском, составляет более 59 000 т/год. Основная доля отходов приходится на хвосты флотации угольной пены и пыль электрофильтров (рис. 2).

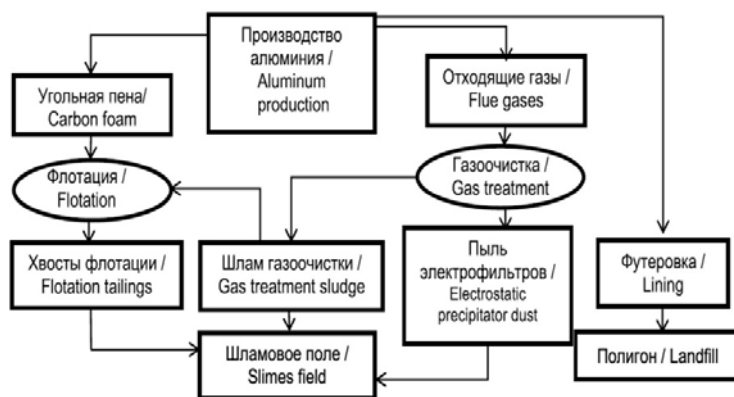


Рис. 1. Схема образования фторуглеродсодержащих отходов



Рис. 2. Сведения об объёме образования фторуглеродсодержащих отходов для БрАЗа, КраАЗа, ИркАЗа

* © Карелина Н.А., 2019

Захоронение отходов на шламовых полях ухудшает экологическую обстановку в регионах присутствия алюминиевых заводов, приводит к нерациональному использованию ресурсов [1]. В результате шламовые поля завода интенсивно заполняются и, как следствие, требуют постоянной чистки или реконструкции. Помимо этих затрат существует ряд обязательных экологических платежей за размещение отходов [2].

На данный момент существуют несколько способов утилизации отходов алюминиевой промышленности, один из них – производство вторичного криолита. Классическая схема производства вторичного криолита – это флотация угольной пены с получением флотационного криолита и переработка растворов мокрой газоочистки с получением регенерационного криолита. Но эти процессы незамкнутые: их побочными продуктами являются хвосты флотации и шламы газоочистки (рис. 3), которые и складываются на шламонакопителях [3].

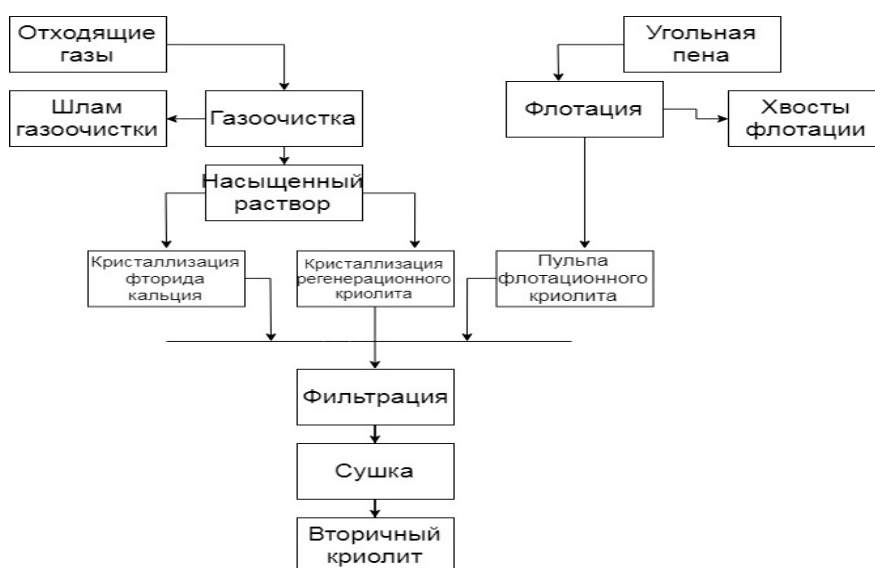


Рис. 3. Схема образования побочных продуктов при производстве вторичного криолита

Целью данной работы является разработка технологии брикетирования отходов производства алюминия для дальнейшего их использования. В качестве отхода для переработки был выбран компонент, образующийся при производстве вторичного криолита – хвосты флотации угольной пены. Прежде чем утилизировать фторуглеродсодержащие отходы электролизного производства алюминия методом брикетирования, необходимо избавиться от содержащихся в них фторидов. Способ выщелачивания заключается в вымывании фтора из твердых фторуглеродсодержащих отходов электролитического производства алюминия в раствор с помощью водных растворов неорганических кислот и щелочей: температура процесса 80 °С, время выщелачивания 30 минут, отношение Ж:Т = 6:1. Наиболее высокая эффективность при переводе фтора в раствор была достигнута при выщелачивании с NaOH (2 %) при t=80 °С[4].

Был выбран способ изготовления брикетов, а не окомкования, так как механическая прочность брикетов выше, чем окатышей. Экспериментально было

определено, что наиболее прочные брикеты получают при использовании шихты, состоящей на 70 % из хвостов флотации и на 30 % из шламов газоочистки (рис. 4) [4]. Технологическая цепочка по брикетированию будет включать в себя такие элементы, как блок подготовки (дробильная установка), блок смесителя (дозатор, миксер), участок брикетирования (двухроликковый брикетировочный пресс, сушилка) и конвейер с упаковочной машиной.

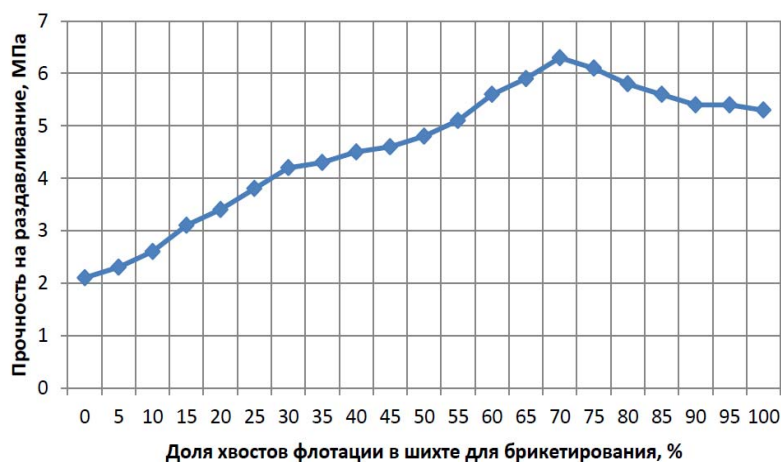


Рис. 4. Экспериментальные результаты брикетирования [4]

Для шихты, используемой в дальнейшем для брикетирования, будут определены условия, исходя из уже существующей технологии [5], но при этом из-за различия составов шихты будут изменены и некоторые параметры процесса брикетирования. Давление прессования 75–80 МПа, температура обработки 150–180 °С, а время обработки – 150–160 минут. Преимущество брикетов заключается в том, что брикет горит равномерно и сгорает полностью (так как состоит из мелких частиц), при транспортировке и хранении брикеты пылят меньше, чем уголь.

Таким образом, технология брикетирования отходов производства алюминия позволяет сократить значительное количество отходов, которые складываются на шламонакопителях. Готовый продукт можно продавать предприятиям черной металлургии в качестве замены брикетов из коксовой мелочи или при добавлении наполнителя древесных отходов рассматривать брикеты как альтернативный вариант замены бурого угля для ТЭЦ [4].

Данная технология позволяет не только снизить негативное экологическое воздействие на окружающую среду, но и способствовать созданию безотходной технологии и эффективному использованию природных ресурсов, что является одним из основных положений концепции устойчивого развития.

Список литературы

1. Баранов А. Н., Немчинова Н. В., Аникин Н. В., Моренко А. В. Рециклинг и утилизация фторуглеродсодержащих отходов алюминиевого производства // Вестник ИрГТУ. 2012. № 2(61).

2. Справочник металлурга. Производство алюминия и сплавов на его основе / Зельберг Б. И, Рагозин Л. В., Баранцев А. Г. и др. СПб. : Изд-во МАНЭБ, 2003. 676 с.

3. Баранов А. Н., Гавриленко Л. В., Янченко Н. И. Экологические проблемы металлургического производства : учеб. пособие. Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2007. 208 с.

4. Баранов Н. А., Якушевич П. А, Тимкина Е. В. Получение брикетов из отходов производства алюминия и их физико-химические свойства // Вестник ИрГТУ. 2012. № 11 (70).

5. Якушевич П. А., Баранов А. Н., Гавриленко Л. В. Брикетирование отходов производства алюминия // Перспективы развития технологии переработки углеродных, растительных и минеральных ресурсов. Иркутск, 2012.

**СБОР И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ДАННЫХ
ИЗ ОТКРЫТЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

В.Д. Мешкова*

Научный руководитель А.А. Дектерев
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

В системах, которые изучает экология, возникает множество взаимосвязей, которые непрерывно меняются. Одни и те же внешние воздействия могут привести к различным, иногда прямо противоположным результатам, в зависимости от того, в каком состоянии находилась рассматриваемая система в момент воздействия.

Предвидеть ответные реакции системы на действие конкретных факторов можно лишь через сложный анализ существующих в ней количественных взаимоотношений и закономерностей. В качестве инструмента изучения и прогнозирования природных процессов широкое распространение получил метод математического моделирования.

Математическое моделирование является одним из составляющих научно-технического прогресса и является общепризнанным инструментом познания действительности.

Стоит отметить, что системы, в рамках которых человек должен действовать и которыми необходимо управлять, усложняются. В качестве инструмента для принятия корректных, ответственных решений во всех областях деятельности человека используется моделирование. Без применения этой методологии в развитых странах не реализуется ни один крупномасштабный технологический, экологический проект.

Для Красноярска на первый план выходят проблемы, связанные с обеспечением комфортного уровня жизнедеятельности населения, который возможно достичь путем решения задач прогнозирования и управления качеством атмосферного воздуха, а это возможно только при понимании динамики распространения и накопления загрязняющих веществ (образования и формирования режима «черного неба»).

Современный уровень развития физико-химических моделей, методов расчета и ЭВМ позволяет разработать математическую модель, использующую аэрографические и метеорологические особенности территории для возможного прогнозирования и управления качеством атмосферного воздуха.

В настоящее время выполняется работа по реализации предложенной модели в программном комплексе SigmaFlow [1, 2]. Комплекс SigmaFlow создан и развивается в Красноярском филиале ИТ СО РАН и на кафедре теплофизики

* © Мешкова В.Д., 2019

СФУ, он предназначен для исследования широкого класса гидродинамических и теплофизических процессов, позволяет выполнять параллельные вычисления на современных многоядерных процессорах и кластерных системах. В программном комплексе реализованы современные модели турбулентности, переноса мелкодисперсных инерционных частиц и химического реагирования.

Первый и один из важных этапов, с которого начинается моделирование, – сбор новой или ревизия существующей информации об исследуемом объекте, а также ее систематизация и анализ.

Проблема экологического прогнозирования находится на стыке наук о биосферных и климатических процессах, формирование которых происходит при взаимодействии естественных и антропогенных факторов [3]. Для получения адекватных результатов моделирования необходимо корректно задать исходные данные. Естественные факторы напрямую связаны с климатом изучаемой территории, следовательно, климатические характеристики для математической модели можно рассматривать в виде начальных параметров и граничных условий.

Для адаптации модели динамики атмосферы над городом Красноярском планируется использовать данные натурных наблюдений. Наблюдения за климатическими параметрами осуществляются на федеральном и региональном уровне.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Среднесибирское УГСМ») ведут систематический контроль за изменениями, которые происходят в атмосфере [4].

Информация по данным находится в открытом доступе на сайте госучреждения и представлена в виде графиков изменения метеоданных в реальном времени. Графическое представление хорошо подходит для визуального наблюдения, но анализировать данные за большой период наблюдений в таком виде не представляется возможным, поэтому стояла задача по сбору и систематизации данных. Для сбора данных из открытых телекоммуникационных источников был написан web scraping сайта с помощью языка программирования Python, с использованием модуля requests.

Meteo.krasnoyarsk.ru работает по прикладному протоколу http, который, в отличие от https, не поддерживает протоколы шифрования, что делает уязвимым данный сайт [4]. Модуль requests для python позволяет отправлять различные http запросы, результаты которых можно автоматически систематизировать в удобном виде. Часть листинга с отображением url-адресов, интересующих станций представлено на рис. 1.

Ввод input-параметров в командной строке и выгрузка данных в программу Microsoft Office Excel представлены на рис. 2, 3.

Также город оснащен 9 (11 – по красноярскому краю) автоматизированными постами наблюдения (АПН), которые ведут систематический (ежедневный) контроль за климатическими характеристиками и уровнем содержания основных загрязняющих веществ в атмосфере города [5].

```
#М Красноярск опытное поле (АМК, плодово-ягодная станция, ул.
Минусинская, д.14)
#url = "http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/g1_left.aspx?idx=29570"
#FilePath = "Plodovo_Ygondaia.csv"

#АМС Емельяново
#url = "http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/g1_left.aspx?idx=29474"
#FilePath = "Emelianovo.csv"

#АМС Роев Ручей (Красноярск)
#url = "http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/g1_left.aspx?idx=29579"
#FilePath = "Roev_Rychei.csv"

#М Красноярск (АМК, ул.Дудинская, д. 4)_Под номером два на сайте
#url = "http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/g1_left.aspx?idx=29574"
#FilePath = "Dydinskaia_AMK.csv"

#М Красноярск (АМС, ул.Дудинская, д. 4)_Под номером три на сайте
#url = "http://meteo.krasnoyarsk.ru/map_p/g1_left.aspx?idx=00001"
#FilePath = "Dydinskaia_AMC.csv"
```

Рис. 1. Часть листинга с отображением url-адресов

```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\Users\Konstantin>python Parse_Meteo_Period.py
1 - М Красноярск опытное поле (АМК, плодово-ягодная станция, ул. Минусинская, д.
14)
2 - АМС Емельяново
3 - АМС Роев Ручей (Красноярск)
4 - М Красноярск (АМК, ул.Дудинская, д. 4)_Под номером два на сайте
5 - М Красноярск (АМС, ул.Дудинская, д. 4)_Под номером три на сайте
6 - ВСЕ СРАЗУ (не рекомендуется если период получения данных составляет более ме
сяца)
Введите номер метео-станции: 6
Введите начало периода(НЕ ранее 01.01.2017, формат 01.01.2017): 01.01.2018
Введите конец периода (НЕ ранее 01.01.2017, формат 01.01.2017): 31.01.2018_
```

Рис. 2. Ввод input-параметров в командной строке

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Дата	Температура	Давление	Влажность	Скорость ветра	Направление ветра	min Температура	max Температура	min Давление
2	01.01.2018 0:00	-16.2	765.5	78.2	1	350	-20.4	-12.8	762.1
3	01.01.2018 1:00	-16.5	766	76.2	2	340	-20.4	-12.8	762.1
4	01.01.2018 2:00	-17.1	766.3	78	2	340	-20.4	-12.8	762.1
5	01.01.2018 3:00	-17.3	766.7	78	1	340	-20.4	-12.8	762.1
6	01.01.2018 4:00	-17.6	766.9	75.9	1	350	-20.4	-12.8	762.1
7	01.01.2018 5:00	-18	767.2	73.9	1	350	-20.4	-12.8	762.1
8	01.01.2018 6:00	-18.4	767.6	74.1	1	350	-20.4	-12.8	762.1

Рис. 3. Выгрузка данных

Собранный материал систематизируется в СУБД SQLite. Данная база данных значительно облегчает проблему изучения климата и его изменения. Становится возможным сбор и накопление информации о природной среде за весь наблюдаемый период и позволяет получить обобщенные данные о режиме изменения климатических параметров. С помощью созданной БД и несложных SQL запросов рассматриваемая математическая модель легко адаптируется к анализу конкретных ситуаций, появляется возможность учета особенностей реального поведения климатической системы и неопределенности, присущие к данному классу задач.

Список литературы

1. Дектерев А. А. и др. Использование программы SigmaFlow для численного исследования технологических объектов // Вычислительные технологии. 2003. Vol. 8, № 1. С. 250–255.
2. Дектерев А. А., Гаврилов А. А., Минаков А. В. Современные возможности CFD кода SigmaFlow для решения теплофизических задач // Сборник статей. Современная наука: исследования, идеи, результаты, технологии. 2010. Vol. 4, № 2. С. 117–122.
3. Пененко В. В., Цветова Е. А. Математические модели для изучения рисков загрязнения природной среды // Прикладная механика и техническая физика. 2004. № 2, С. 136–146.
4. <http://meteo.krasnoyarsk.ru/> Федеральное государственное бюджетное учреждение «(ФГБУ «Среднесибирское УГСМ»».
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М. : Минприроды России; НИА-Природа, 2017. 760 с.

ПОДБОР СОРБЦИОННЫХ ЗАГРУЗОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И СТОКОВ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Т.И. Савченко*

Научный руководитель Т.А. Кулагина
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Учитывая богатые природные ресурсы Арктики и ее общемировое значение, нефтегазовая отрасль РФ стремительно развивается, охватывая все больше и больше северных территорий. Любой ресурсодобывающий процесс сопровождается большим количеством использованной воды, поэтому возникает проблема очистки и утилизации сточных, в том числе дренажных, вод. Длительное время сброс осуществлялся на рельеф, в связи с этим образовались озера техногенного характера, показатели качества воды в которых превышают нормативы допустимого воздействия на водный объект в два и более раз [1].

Данная проблема требует незамедлительного решения, так как с каждым годом объемы добычи нефти и газа растут. На территории арктического региона существует четыре основных метода приема сточных вод различного происхождения: сброс на рельеф, в водный объект, путем вакуумирования в пакетах и использование очищенных сточных вод в качестве возвратных пластовых [2].

Ввиду того, что ключевым звеном в системе очистки сточных вод являются сорбционные фильтры, то подбор наиболее эффективного сорбента в использовании в условиях криптозоны служит первоочередной задачей в становлении экологически безопасного развития арктического региона [3].

На сегодняшний день на рынке сорбентов для очистки нефтесодержащих сточных вод и ликвидации последствий аварийных разливов нефтепродуктов представлено несколько видов насыпных сорбентов. Сгруппировать их можно по их основе – тому материалу, из которого изготавливают сорбент.

Это сорбенты на основе:

- угля и продуктов пиролиза древесины («СТРГ», «МИУ-С», «Форест»);
- торфа («Сорбойл», «Нефтесорб», «Ньюсорб»);
- мха («Спилл-сорб», «Лессорб»);
- алюмосиликата («С-Верад», «НЕСА», «Миксойл»);
- карбамида («Унисорб», «Унисорб-Био», «Униполимер-М»).

Наиболее удобны в применении адсорбенты, у которых процесс сорбции происходит на границе раздела фаз твердое вещество – жидкость. К ним относятся сорбенты, полученные на основе торфа, мха, карбамида [4]. Все природные сорбенты (торф, мох, древесина) обладают малой сорбирующей способностью – не более 15 мг/г.

* © Савченко Т.И., 2019

Сорбенты на основе карбамида («Унисорб», «Унисорб-Био», «Униполимер-М») состоят из полимерной матрицы, которая представляет собой развитую сеть капилляров, поэтому они обладают высокой сорбирующей способностью (до 70 мг/г) и способностью удерживать в себе сорбированные нефтепродукты, даже при длительном нахождении на водотоке [5].

В лаборатории Сибирского федерального университета были проведены испытания сорбентов с целью поиска наиболее подходящего для применения в условиях криптозоны.

Для анализа аналоговых сорбционных загрузок выбраны два сорбента «Унисорб-БИО» и «С-ВЕРАД®» (табл. 2). Сорбенты, выбранные в качестве активной загрузки, представляют особый интерес с точки зрения компоновки минеральных комплексов и нефтеокисляющих культур микроорганизмов, закрепленных в порах препаратов. Одним из главных преимуществ исследуемых сорбентов является то, что они не просто аккумулируют в себе нефтепродукты как другие сорбенты, а подвергают их разложению под воздействием иммобилизованной микрофлоры. Такие сорбенты относятся к классу биосорбентов. Гранулы биосорбентов имеют микропористую, мезопористую и слоистую чешуйчатую макропористую структуру, поверхность покрыта гидрофобной углеродной пленкой. Исследуемые сорбенты не горючи, не взрывоопасны, с длительным эксплуатационным сроком (до трех лет), биорегенерируемые, утилизируемые по IV классу опасности [6]. С целью выявления наиболее эффективной сорбционной загрузки и определения оптимальных режимов работы сорбционной установки, проведены экспериментальные исследования и оценен результат по остаточному содержанию нефтепродуктов с применением ИК-спектрометрии в соответствии с ГОСТ Р 51797-2001, ПНДФ 14.1:2:4.168-2000, ФР.1.31.2008.04409, МУК 4.1.1013-01.

Таблица 1

Характеристики сорбентов

Показатель, единицы измерения	Унисорб-БИО	С-ВЕРАД®
Насыпная плотность, кг/м ³	18–25	70
Размер хлопьев (крошки), мм	3–10	4–6
Сорбционная емкость по нефти, кг нефти / кг препарата	30/60	20/60
Снижение межфазного натяжения (вода – нефть), эрг/ см ²	2,5–3,5	2–2,5
Доля переработанной микроорганизмами нефти после 7 – 14 суток:		
а) биодеструктивная активность в аэробных условиях, %		
при более 10 °С	50–70	50–70
при 0 ... +10 °С	25–40	15–20
б) биодеструктивная активность в анаэробных условиях, %		
при более 10 °С	20–35	20–35
при 0 ... +10 °С	10–15	5–7
Уменьшение активности после трех лет хранения, %	30–40	до 70 %

В ходе исследований было проведено семь линий эксперимента с модельной и натурной водой, имеющей разную исходную концентрацию нефтепродуктов (от 10–20 мг/л). Вода фильтровалась через сорбент «Унисорб-Био» и сорбент С-ВЕРАД® при различных температурах [7]. В ходе эксперимента отслеживалась концентрация эмульгированных нефтепродуктов инфильтратов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты сравнительного эксперимента

№ линии	Исходная концентрация нефтепродуктов модельной воде	Условия фильтрации	Конечная концентрация (Унисорб-БИО/ С-ВЕРАД®)	Эффект очистки, % (Унисорб-БИО/ С-ВЕРАД®)
1	10 мг/л	Нормальные условия (20 ± 2 °С)	0,12 мг/л /1,3 мг/л	98,8/87
2	15 мг/л		0,08 мг/л /1,32 мг/л	99,5/91,2
3	20 мг/л		0,08 мг/л /1,55 мг/л	96/92,3
4	10 мг/л	Нагрев до 40 ± 2 °С	0,6 мг/л /1,4 мг/л	94/86
5	15 мг/л		0,9 мг/л /2,2 мг/л	94/85,3
6	20 мг/л		1,280 мг/л /3,840 мг/л	93,6/80,8

Таким образом, эксперимент показал, что при температуре сточной жидкости около +20 °С эффект сорбционной очистки максимален, и оба исследуемых сорбента показывают достаточно высокую эффективность, но при повышении или экстремальном понижении температуры стока показатели эффективности значительно ухудшаются, а сорбент С-ВЕРАД® становится неприемлемым.

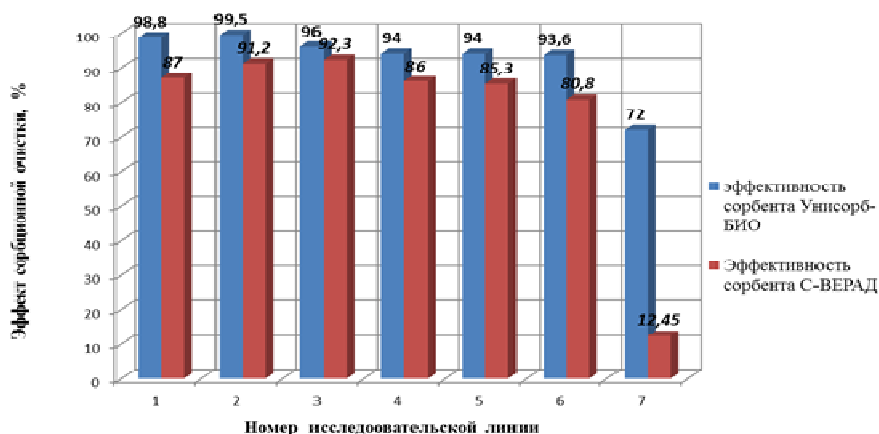


Рис. Эффективность сорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод при различных температурах исходной воды

Таким образом, высокие эффекты очистки стока свидетельствуют о целесообразности введения узла сорбционных фильтров при очистке нефтесодер-

жащих стоков именно с активной сорбционной загрузкой Унисорб-Био и подготовке технической воды в закрытых оборотных циклах.

Список литературы

1. Савченко Т. И. Природно-техногенные водные комплексы для промышленного водопользования в условиях криптозоны // Геонауки: проблемы, достижения и перспективы развития. Якутск, 2018. С. 245–247.
2. Савченко Т. И., Кулагина Т. А., Дубровская О. Г. Перспективы использования водных ресурсов техногенных // Безопасность и мониторинг техногенных и природных систем. Красноярск, 2018. С. 439–442.
3. Дубровская О. Г., Евстигнеев В. В., Кулагин В. А. Кондиционирование сточных вод энергетических систем и комплексов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. 2011. С. 6.
4. Дубровская О. Г. Технология гидротермодинамической обработки природных и сточных вод с использованием эффектов кавитации : дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2008. С. 14.
5. Дубровская О. Г., Кулагин В. А. Интенсификация процессов сорбционной очистки нефтесодержащих сточных вод с использованием гидротермодинамических эффектов кавитации // Журнал Сибирского федерального университета. Серия : Техника и технологии. 2016. № 2. С. 268–279.
6. Евстигнеев, В. В., Кулагин В. А. Кавитация в технологиях очистки сточных вод // В мире научных открытий. 2010. № 5. С. 87.
7. Консультант плюс. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_98704.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ТЕРМИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

А.А. Торгашёва*

Научный руководитель Т.А. Кулагина
доктор технических наук, профессор
Сибирский федеральный университет

Одной из актуальнейших проблем человечества в настоящие дни остается проблема отходов, связанная с их образованием, сбором, утилизацией и т.д. Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) – огромная по площади территория, на которой осуществляются различные виды хозяйственной деятельности в значительных объемах. Однако сложные климатические условия, неразвитая транспортная сеть, многолетняя «забытость» Севера и многие другие факторы затрудняют деятельность по своевременному удалению отходов и приводят к их накоплению на местах и, как следствие, к негативному влиянию на экосистемы Арктики [1].

Среди основных источников образования отходов в Арктике можно выделить такие, как морские суда, стационарные объекты (поселения, военные части, полярные станции), объекты недропользования (нефте- и газодобывающая отрасль промышленности) и т. д. [1].

Сегодня Россия входит в тройку мировых лидеров по добыче углеводородов, при этом более чем 90 % всего газа и около 10 % нефти дают месторождения российского сектора Арктики, то есть арктических регионов России [2].

Деятельность нефтегазового комплекса напрямую связана с загрязнением окружающей среды, в частности, с образованием углеводородсодержащих отходов, таких как нефтешламы.

Вторичное использование отходов – наиболее ресурсосберегающий путь, но он не всегда рентабелен как в экономическом, так и в экологическом плане.

Захоронение можно считать наиболее распространенным в мире способом избавления от отходов. Данный метод применяется в отношении несгораемых отходов и таких отходов, которые в процессе горения выделяют токсичные вещества. Однако в условиях вечной мерзлоты применение такого метода неэффективно и зачастую невозможно. При удалении отходов часто применяется сжигание, однако при этом происходит загрязнение воздуха из-за возможности применения в полевых условиях только низкотемпературного варианта процесса (без дожигания), а также по причине отсутствия разделения отходов [1].

В связи с этим особое значение при утилизации отходов в Арктической зоне приобретает применение мобильных установок термической утилизации, ввиду их эффективности и удобства в эксплуатации.

* © Торгашёва А.А., 2019

Для сжигания нефтешламов, замазученных грунтов, нефтесодержащих отходов, образующихся при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов, нашли применение следующие установки.

1. Установка для сжигания нефтесодержащих продуктов УУН-0,8. Загружаемый нефтешлам попадает во вращающуюся камеру сгорания, где перемешивается за счет вращения барабана и встроенных лопастей. Возгорание перемешиваемого нефтешлама происходит за счет действия пламени дизельной горелки. Поддержание интенсивности горения, а также удаление дыма происходит благодаря мощному дымососу со специальной конструкцией лопастей. Дымовые газы проходят грубую очистку от пылевых частиц в циклоне и более мелкую в кассетном фильтре. Благодаря вращению происходит наиболее полное горение по всей массе отходов, что обеспечивает сокращения выброса зольного остатка в контейнер. Отожженный грунт убирается из контейнера вручную либо шнеком.

2. Установка для сжигания нефтесодержащих промышленных и бытовых, отходов «Факел-1М». Подготовленные к сжиганию нефтесодержащие отходы загружаются в бочку. С помощью лебедки камера сгорания поднимается в верхнее положение, бочка устанавливается на место и камера сгорания опускается в бочку. При работе дутьевого вентилятора в бочке и камере сгорания создается разрежение, под действием которого через зазор между камерой сгорания и бочкой внутрь засасывается воздух. Дополнительная часть воздуха поступает в зону горения через зазор между внутренним патрубком и корпусом камеры. Последняя партия воздуха подается вентиляторным блоком непосредственно в камеру смешения. Таким образом по мере движения продуктов горения вверх по трубе к ним подмешивается вторичный воздух, что обеспечивает более полное сгорание. Часть воздуха подается в бочку непосредственно от вентиляторного блока через патрубок. Этот воздух имеет высокую скорость и способствует интенсивному горению продуктов. При остановке двигателя, принудительной или аварийной, установка переходит на естественную тягу.

3. Установка для переработки и утилизации замазученных грунтов «УЗГ-1М». Установка состоит из высокотемпературной камеры утилизации, представляющей собой вращающийся барабан. Высокая температура внутри камеры утилизации создается за счет сжигания жидкого топлива в эжекторной жидкотопливной горелке или газообразного в блочной газовой горелке, а также за счет дополнительного окисления горючих отходов, находящихся в замазученном грунте. Подача топлива в горелку производится самотеком из топливного бака, или по газопроводу. Подача замазученного грунта и других нефтесодержащих отходов осуществляется при помощи питателя. Перемещение материала в высокотемпературной камере утилизации происходит за счет вращения барабана в наклонном положении вдоль оси барабана в сторону выгрузного окна. Выгрузка утилизированного материала производится посредством блока разгрузки.

Использование подобных установок позволяет снизить объемы накопления отходов в Арктической зоне, соответственно, уменьшить нагрузку на ок-

ружающую среду. Однако сжигание отходов сопровождается выделением ряда загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух. Сокращение количества таких выбросов позволит увеличить экологический эффект при использовании мобильных установок термической утилизации отходов, что является особенно актуальным для такой хрупкой экосистемы, как Арктика.

Известен способ уменьшения количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при сжигании содержащего серу углеродного топлива [3]. Способ включает обработку углеродного топлива сорбентом, содержащим нитрат или нитрит кальция. Сорбент вводят в углеродное топливо и производят сжигание топлива вместе с сорбентом.

Предполагается, что применение сорбентов при сжигании углеводородсодержащих отходов также позволит снизить выделение серосодержащих газов при их сжигании.

Данный способ подразумевает добавление ряда жидких и порошкообразных сорбентов непосредственно к отходу в процессе сжигания с целью удаления из летучих продуктов горения соединений серы и других нежелательных веществ. Процесс сжигания предлагается осуществлять по схеме, представленной на рисунке.

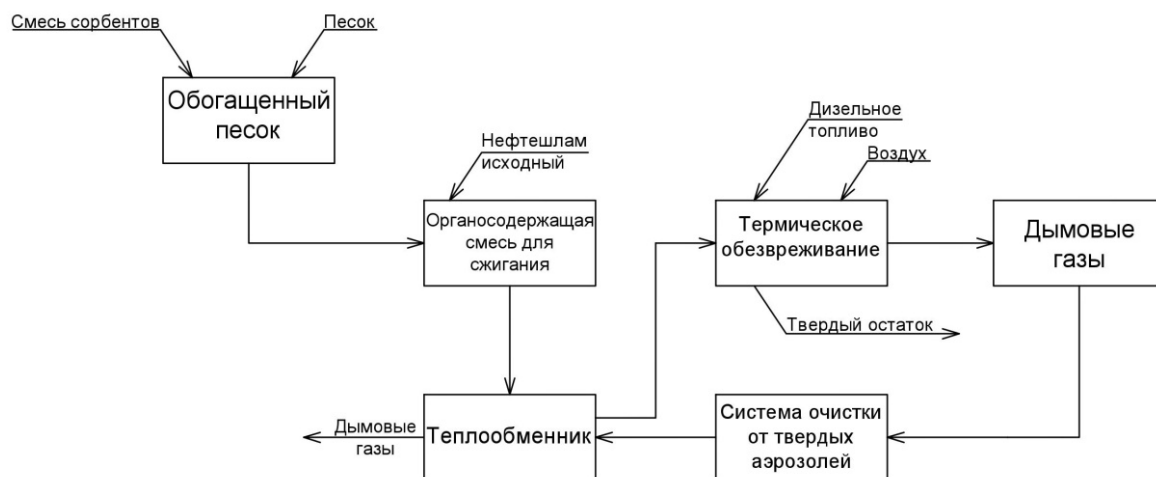


Рис. Схема процесса сжигания

Актуальность применения мобильных установок термической утилизации в Арктической зоне обусловлена такими факторами, как удаленность крупных населенных пунктов, отсутствие специализированных организаций по утилизации отходов, экономическая нецелесообразность переработки отходов при низкой территориальной концентрации их образования.

Сочетание пространственно-географического фактора с экстремальными природно-климатическими условиями предопределяет высокую хрупкость арктических экосистем. Она проявляется, прежде всего, в их повышенной чувствительности и уязвимости к антропогенным, в первую очередь техногенным, воздействиям, а также климатическим изменениям. Это обуславливает очень медленные темпы восстановления и очищения природной среды от загрязнений, а

также риск полного исчезновения ряда экосистем (в результате сокращения площади морского льда, эрозии берегов и т. д.) [4].

Список литературы

1. Мизин И. А. Современные проблемы удаления ТБО из труднодоступных районов российской Арктики // Справочник эколога. 2014. № 8 (20). С. 85–96.

2. Конторович А. Э. Нефть и газ российской Арктики: история освоения в XX веке, ресурсы, стратегия на XXI век // Наука из первых рук. 2015. № 1 (61). С. 46–65.

3. Пат. RU 2 418 040 С2 Российская Федерация, МПК С10L 10/00 (2006.01). Способ уменьшения количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу при сжигании содержащего серу углеродного топлива (варианты) / Веллелла Винсент А. (US), Комри Дуглас С. (US); заявитель и патентообладатель НОКС II ИНТЕРНЭШНЛ, эЛТиДи. (US). № 2007103309/04; заявл. 08.04.05 ; опубл. 10.08.08, Бюл. № 22. 20 с.

4. Эколого-климатические риски социально-экономического развития Арктической зоны Российской Федерации : сайт. URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/kommentrij-specialista/2420-ekologo-klimaticheskie-riski-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-arkticheskoy-zony-rossijskoj-federatsii>.

МЕТОДЫ ЛИКВИДАЦИИ И УТИЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИЙ С СУРОВЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ

А.А. Ягупьева*

Научный руководитель Л.В. Кулагина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Арктика – зона стратегических интересов Российской Федерации. По данным оценки Геологической службы США, регион содержит 30 % мировых неразведанных запасов газа и 13 % нефти. Нефтяные и газовые месторождения во многих регионах мира находятся в фазе истощения. Арктика же, напротив, остаётся одним из немногих районов планеты, где энергетические компании почти не вели активную добычу. Это связано с тяжёлыми климатическими условиями, которые затрудняли извлечение ресурсов. Однако промышленная деятельность в арктических водах должна проходить тщательную оценку с точки зрения ее потенциального воздействия, оказываемого при нормальном режиме эксплуатации и в случае аварийного разлива нефти.

Компания «Газпром нефть шельф» разработала и внедрила подробный план предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти [1].

План предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти разработан Центральным научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота (ЦНИИМФ), согласован Федеральным агентством морского и речного транспорта Министерства транспорта, Министерством энергетики Российской Федерации и утвержден МЧС России [2].

Так, ликвидация разливов нефти требует больших затрат и усилий в любых обстоятельствах, а арктические условия создают дополнительные сложности, связанные с защитой окружающей среды и логистикой. В то же время уникальные особенности арктической окружающей среды в некоторых случаях способствуют ликвидации разлива.

Выбор одного или более методов ликвидации разливов нефти в арктических условиях будет зависеть от большого количества факторов, включая площадь и тип разлива, местные погодные и морские условия, а также наличие, концентрацию и характеристику льда.

Под воздействием внешних природных факторов, в условиях ледяного покрова, растекание нефти при разливе, ее дрейф и процессы деградации имеют свои особенности.

На процесс растекания большое влияние оказывает температура окружающей среды, в зависимости от которой изменяются свойства нефти (вязкость, плотность, поверхностное натяжение), направление, сила течения и ветра

* © Ягупьева А.А., 2019

[3]. Очевидной особенностью береговой линии в холодном климате является наличие на ней льда и снега в определенное время года.

На сегодняшний день существуют специальные руководства по очистке берегов арктических зон и зон холодного климата, в которых собран весь накопленный опыт по данному вопросу, на основе которого специалисты принимают решения и осуществляют планирование. Примером такого руководства является «Техническое руководство по ликвидации разливов нефти» (Technical Manual for Spill Response (ACS, 2010) и «Справочник по ликвидации разливов нефти в арктических водах» (Field Guide for Oil Spill Response in Arctic Waters (EPPR, 1998).

Традиционная методика сбора разлитой нефти основана на использовании боновых заграждений для локализации и концентрации нефти и последующего ее сбора и наиболее подходит для работы в условиях открытой воды с очень низким или незначительным присутствием льда.

Также существует ряд различных методов сбора нефти, в основе которых обычно лежит либо вымывание, либо сбор или ручное/механическое удаление нефти. При вымывании нефть вытесняется напором воды либо в близлежащие воды, где она задерживается бонами и собирается нефтесборным оборудованием, либо в направлении зоны сбора, например, в специально оборудованный колодец или траншею, откуда нефть собирается вакуумной системой или скиммером. Такой способ очистки довольно медленный и требует большого количества рабочей силы, но в результате его применения образуются только жидкие отходы. Ручное удаление включает сбор нефти с помощью черпаков и скребков, срезание загрязненной нефтью растительности, а также применение и утилизацию пассивных сорбентов. Метод ручного сбора нефти также отличается низкой скоростью и необходимостью большого количества рабочей силы, но в результате его применения образуется меньше отходов, чем при механическом удалении нефти. Для механического удаления в основном используется оборудование для землеройных и строительных работ, хотя существуют и устройства, специально разработанные для очистки береговых зон. Несмотря на то что при механическом удалении нефти требуется намного меньше рабочей силы и скорость очистки существенно выше, чем при ручном (может быть важным для отдаленных районов), при этом способе образуется в 10 раз больше отходов, а значит, нужна особая организация их транспортировки и хранения.

Сжигание нефти на месте разлива требует два технологических компонента: огнеупорные боны и воспламенители. Однако в использовании данного метода отмечается две главных проблемы: во-первых, опасения по поводу вторичных возгораний, представляющих угрозу для человеческой жизни, имущества и природных ресурсов и, во-вторых, потенциально вредные воздействия на окружающую среду и здоровье человека со стороны побочных продуктов сжигания, в первую очередь – дыма.

Применение методов, основанных на использовании химических и биологических веществ, регулируется государственными органами и требует получения соответствующих разрешений и соблюдения требований законодательства,

а также в зонах с низкими температурами и ограниченным количеством питательных веществ скорость биологического разложения может снижаться. Применение химических диспергентов требует задействования авиатехники, возможность использования этого метода зависит от полетных условий и степени видимости.

Таким образом, было проведено много исследовательских программ по методам реагирования на разливы нефти в покрытых льдом водах. Некоторые методы ликвидации разливов нефти, которые были бы возможны или эффективны в условиях открытой воды, имеют ограниченную ценность в покрытых льдом водах. По существу, каждый сезон имеет свои преимущества и недостатки для ликвидации разливов. Обзор литературы показывает, что были сделаны долгосрочные инвестиции в эту область, существует ряд возможных методов. Кроме того, любые методы вмешательства человека, такие как сжигание и диспергаторы, удаляют нефть с поверхности океана, но их влияние на арктическую экосистему (в случае сжигания – воздействие на атмосферу) в настоящее время неизвестно. Необходимо провести исследования, чтобы количественно оценить их влияние на морскую среду и то, как это влияние изменяется как во времени, так и в пространстве.

Список литературы

1. ООО «Газпром нефть шельф» [Электронный ресурс] : реферат плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти в оперативной зоне ответственности морской ледостойкой стационарной платформы «Приразломная». СПб., 2013. URL: <https://shelf.gazprom-neft.ru/upload/referat-po-plany-LARN.pdf>.
2. Пресс-релиз 28.03.2017 [Электронный ресурс] : «Газпром нефть» и ЛУКОЙЛ провели учения по ликвидации нефтеразливов в Арктике. URL: <http://www.lukoil.ru/api/presscenter/exportpressrelease?id=97269>.
3. Овчинников Г. М. Руководство по ликвидации разливов нефти на морях, реках и озерах / ЗАО «ЦНИИМФ». СПб., 2013. С. 344.

**Транспортные
и технологические машины
и оборудование**

АВТОМАТИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕЧАМИ ПЛАВИЛЬНЫМИ ИНДУКЦИОННЫМИ ППИ-0,16

Н.А. Волков*

Научный руководитель А.А. Никитин
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

В настоящее время технология непрерывного литья широко используется в металлургической промышленности для разлива стали, цветных металлов и сплавов, а также в различных областях машиностроения, так как она позволяет упростить процесс получения заготовок очень высокого качества. Непрерывное литье осуществляют на специальных установках, обеспечивающих спокойное опускание или вытягивание слитка с постоянной скоростью. Важным фактором, очень сильно влияющим на качество получаемого слитка, является равномерность подачи металла в кристаллизатор.

На данный момент в Сибирском федеральном университете разрабатывается лабораторная установка полунепрерывного литья в рамках проекта «Разработка экономнолегированных высокопрочных Al-Sc сплавов для применения в автомобильном транспорте и судоходстве».

Для подготовки и дальнейшей равномерной подачи расплава в установке применяются печи плавильные индукционные ППИ-0,16 (рис. 1), наклон которых осуществляется с помощью гидроцилиндров, установленных на сварном каркасе печи. Основная проблема заключается в том, что данные печи поставляются изготовителем в системах с ручным гидравлическим управлением, что затрудняет автоматизацию проектируемой установки, а при несоблюдении условия равномерности подачи металла в кристаллизатор может привести к образованию трещин в получаемых слитках. Также испытания показали, что тяжело получить отливки необходимого качества при ручном управлении системой, так как качество получаемой отливки имеет очень сильную зависимость от синхронности выполнения операций.

Таким образом, были изучены различные методы регулирования скорости выходного звена (в нашем случае штоков гидроцилиндров), которые позволили бы не просто автоматизировать процесс, но и осуществить необходимый закон наклона печи, для равномерной подачи металла в кристаллизатор литейной машины, а также применить дублирование ручным управлением гидравлической системой для корректного завершения процесса (например, при возникновении нештатной ситуации).

Известно, что скорость движения выходного звена объемного гидропривода зависит как от расхода жидкости, поступающего в рабочую камеру, так и от объема этой камеры, поэтому возможности регулирования скорости гидро-

* © Волков Н.А., 2019

привода основаны на различных способах изменения расхода либо на изменении объема рабочей камеры. В ходе работы были рассмотрены следующие основные способы регулирования скорости выходного звена: объемное регулирование (регулирование рабочего объема насоса), дроссельное регулирование и частотное регулирование.

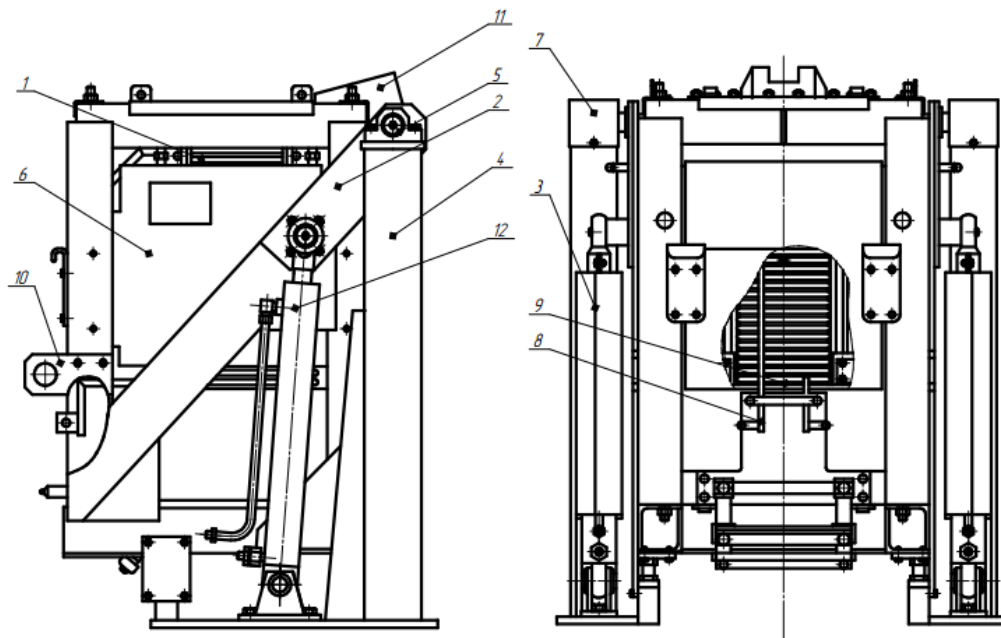


Рис. 1. Общий вид печи плавильной индукционной ППИ-0,16:

1 – индуктор; 2 – каркас печи; 3 – кожух гидроцилиндра; 4 – опора; 5 – подшипниковый узел; 6 – защитный щит; 7 – кожух подшипникового узла; 8 – контактная площадка; 9 – подина; 10 – серьга; 11 – сливной носок; 12 – гидроцилиндр

Объемный способ позволяет регулировать расход жидкости, подаваемой в напорный трубопровод при постоянной частоте вращения вала насоса. Однако конструкция регулируемых насосов значительно сложнее, чем нерегулируемых, а значит такие насосы значительно дороже, также, немаловажным недостатком объемного способа является медленный отклик регулирования.

Дроссельный способ характеризуется простотой реализации и относительной дешевизной органов регулирования. Однако дросселирование обуславливает большие потери энергии, а значит низкий КПД и большое тепловыделение. Причем при последовательном регулировании на нагнетании нагретая на дросселе жидкость будет поступать в полость исполнительного механизма.

Способ с частотным регулированием позволяет устанавливать подачу насоса, изменяя частоту вращения приводного вала электродвигателя. Данный способ характеризуется простотой автоматизации системы управления. Он позволяет изменять скорость вращения вала электродвигателя в широком диапазоне. При увеличении частоты вращения подача насоса будет расти, при уменьшении – снижаться. Диапазон регулирования же ограничен возможностями частотного регулятора и величиной рабочего диапазона частот вращения насоса.

В результате сравнения всех перечисленных способов регулирования было принято решение применить частотное регулирование для изменения частоты вращения вала насоса. Нижним пределом частоты вращения вала используемого шестеренного насоса является 900 оборотов в минуту, что выше необходимого значения для требуемой минимальной подачи. Поэтому частотное регулирование было дополнено дроссельным регулированием.

Таким образом, была спроектирована гидравлическая схема (рис. 2), позволяющая не только автоматизировать процесс управления индукционными печами, но и поддерживать заданный закон управления. В системе также было предусмотрено ручное управление гидравлической системой.

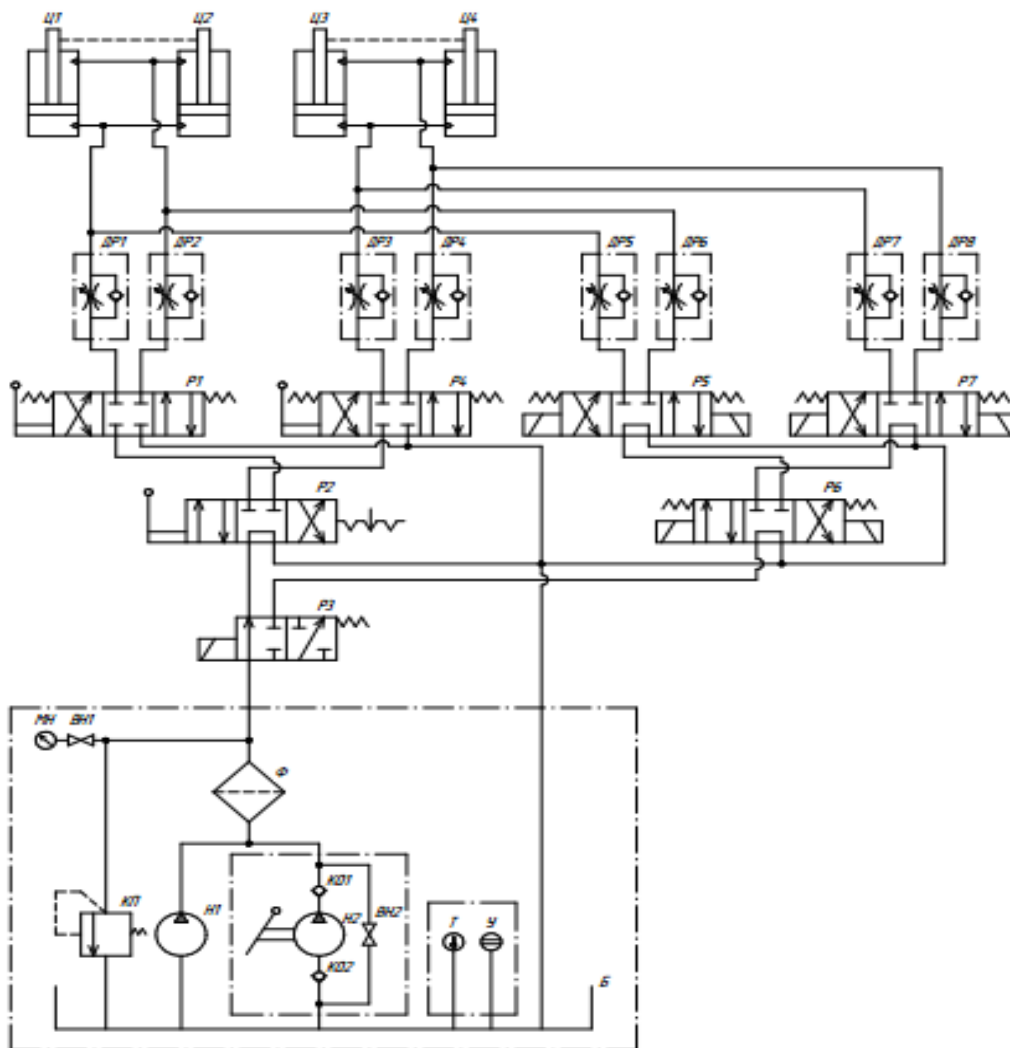


Рис. 2. Гидравлическая схема управления печами

плавильными индукционными ППИ-0,16: Б – гидробак; ВН1 – вентиль манометра; ВН2 – вентиль насоса; ДР1...ДР8 – дроссель с обратным клапаном; КО1, КО2 – обратный клапан; КП – клапан переливной; МН – манометр; Н1 – насос шестеренный; Н2 – насос ручной; Р1...Р4 – гидрораспределитель с ручным управлением; Р5...Р7 – гидрораспределитель с электромагнитным управлением; Т – термометр; У – указатель уровня; Ф – фильтр; Ц1...Ц4 – гидроцилиндр

Список литературы

1. Ливанов В. А., Габидуллин Р. М., Шипилов В. С. Непрерывное литье алюминиевых сплавов. М. : Metallurgia, 1977. 168 с.
2. Свешников В. К. Станочные гидроприводы: Справочник. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Машиностроение, 1977. 255 с.
3. Патентно-информационный поиск WWW. fips.ru.

ПРОЕКТ АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «БАГГИ» ДЛЯ УЧАСТИЯ В МЕЖДУНАРОДНЫХ СОРЕВНОВАНИЯХ «ВАЈА»

Д.И. Голубцов, С.В. Жуков, С.А. Ахремов*

Научный руководитель В.А. Зеер
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Мероприятие «BAJA Russia» представляет собой соревнование студенческих инженерных команд по презентации и испытанию внедорожных автомобилей особо малого класса, созданных собственными силами, включающее в себя статический и динамический этапы. К статическому этапу относятся экономическая и техническая презентация проекта. Динамический этап соревнований включают в себя несколько дисциплин, позволяющих оценить уровень технических решений и эксплуатационных показателей автомобилей на практике: ускорение – прохождение заданного горизонтального прямолинейного участка на время; подъём в гору – подъём с заданным уклоном и расстоянием с учетом затраченного времени; автокросс – прохождение маршрута с классическими виражами с учётом затраченного времени; гонка на выносливость – прохождение кольцевого маршрута за ограниченный промежуток времени с учётом количества преодолённых кругов и количества штрафных баллов.

Для подтверждения соответствия автомобиля регламенту соревнований и требованиям безопасности обязательным условием допуска к динамическому этапу служит техническая инспекция.



Рис. 1. Команда после награждения на соревнованиях «Baja Russia» – 2018 (Москва)

Команда Сибирского федерального университета «SibFUEngineering» в сентябре 2018 г. в рамках фестиваля «Технобаттл Формула студент» впервые

* © Голубцов Д.И., Жуков С.В., Ахремов С.А., 2019

представила свой проект «Velka», а в ноябре того же года, в рамках этапа международных соревнований «Baja Russia 2018», впервые прошедших в России, команда заняла первое место, опередив соперников по общему количеству баллов.

На первом этапе работы команды были распределены обязанности и должности в проекте. После тщательного изучения регламента соревнований началось непосредственное проектирование автомобиля.

При проектировании несущей системы автомобиля учитывались эргономика пилота, компоновка силового агрегата, подвески колес, рулевого управления, а также расположение органов управления автомобилем (рис. 2).

Большая часть рамы определяется регламентом, в котором основной задачей является обеспечение безопасности пилота. Регламент обязывает использовать для силовых элементов рамы холоднокатаные бесшовные трубы диаметром 25 мм со стенкой 2 мм или иные холоднокатаные бесшовные трубы большего диаметра, не уступающие по прочностным характеристикам. Для второстепенных элементов разрешено использование труб диаметром не менее 25 мм и толщиной стенки не менее 1 мм. Прямые участки труб без поддержки не должны быть длиннее 838 мм. Основные элементы не должны иметь изгиб более 30°, второстепенные элементы не должны иметь изгиб радиусом более 152 мм.



Рис. 2. Фотография автомобиля «Velka» на соревнованиях «Ваја»

Трёхмерная модель рамы нагружалась согласно следующим ситуациям: фронтальный удар автомобиля на максимальной скорости о жёсткий недеформируемый блок, удар в заднюю часть, боковой удар и поворот автомобиля на крышу (рис. 3). Результаты показали, что минимальный запас прочности составил 2 единицы, при этом жизненное пространство пилота сохраняется во всех рассмотренных случаях.

При проектировании подвески колес рассматривались различные схемы. Для передней оси была выбрана двухрычажная подвеска на поперечных рычагах.

гах. Выбор обусловлен тем, что кинематическая схема двойных поперечных рычагов считается наиболее оптимальной, поэтому она часто используется на спортивных автомобилях.

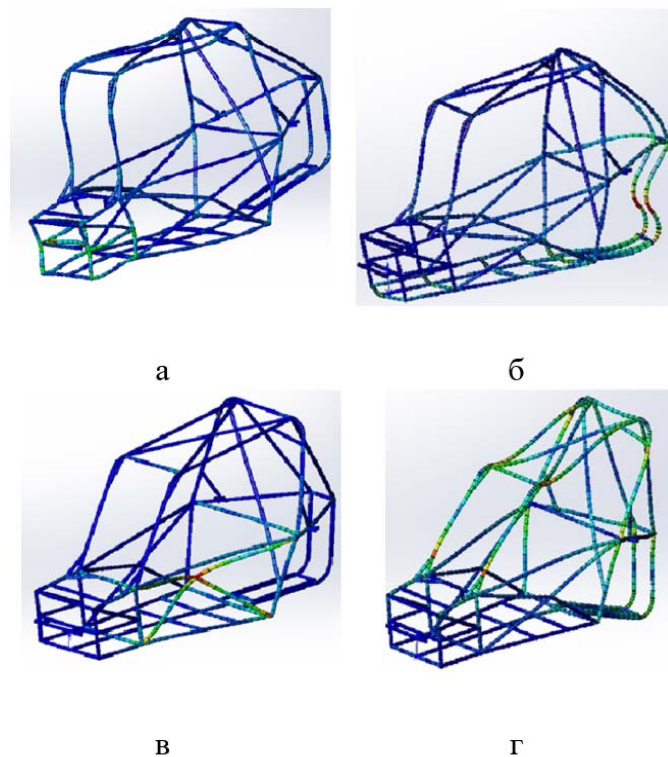


Рис. 3. Визуализация деформаций рамы при прочностных расчётах. а – фронтальный удар; б – удар сзади; в – боковой удар; г – переворот на крышу

Передняя подвеска автомобиля спроектирована таким образом, что даёт возможность в широких значениях изменять углы установки колёс. Так, продольный угол наклона оси поворота колеса регулируется путём относительного перемещения верхнего и нижнего рычагов вдоль рамы, поперечный же угол регулируется путём смещения поворотного кулака относительно шаровой опоры верхнего рычага. Углы развала колёс устанавливаются путём перемещения шаровой опоры верхнего рычага относительно нижнего рычага (рис. 4).

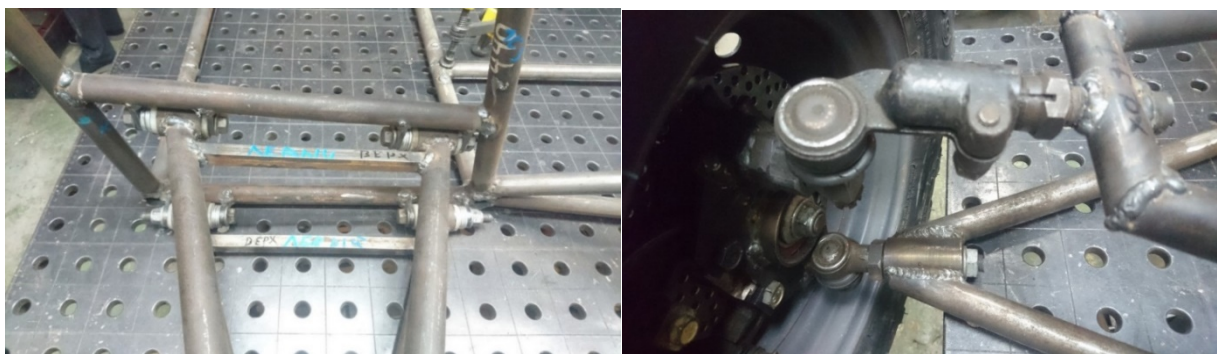


Рис. 4. Конструкция, позволяющая изменять продольный и поперечный углы наклона оси поворота колеса

Для задней оси была выбрана подвеска на диагональных (косых) рычагах. Обусловлено это необходимостью изменения углов развала и схождения колёс в зависимости от прогиба подвески. Достигается необходимый эффект динамического изменения углов развала и схождения колёс за счёт продольного и поперечного угла наклона оси качания рычага относительно рамы автомобиля (рис. 4). Конструкция крепления рычагов подвески относительно рамы позволяет при испытаниях автомобиля регулировать наклон оси качания рычагов.

Максимальные ходы подвески составляют 180 мм для передней подвески и 200 мм для задней. С целью уменьшения неподрессоренных масс и улучшения технологичности изготовления, колёсные кулаки имеют «коробчатую» конструкцию ступицы колёс и подшипники позаимствованы у автомобиля «Ока».

Результаты прочностных расчетов подвески (рис. 5) показали, что минимальный запас прочности составил 2 единицы для передней и 2,2 единицы для задней подвески.

В рулевом управлении автомобиля используется реечный механизм из-за его простоты конструкции. Для уменьшения динамического изменения углов схождения при прогибах передней подвески шарниры крепления продольных тяг к рулевой рейке находятся в вертикальной плоскости качания рычагов подвески. Для обеспечения пассивной безопасности в конструкции рулевой колонки предусмотрены деформируемые участки. В целом рулевое управление обеспечивает максимальный угол поворота колёс в 28° для внешнего и 35° для внутреннего колеса, усилие на рулевом колесе при стоящем автомобиле – 10 Н·м.

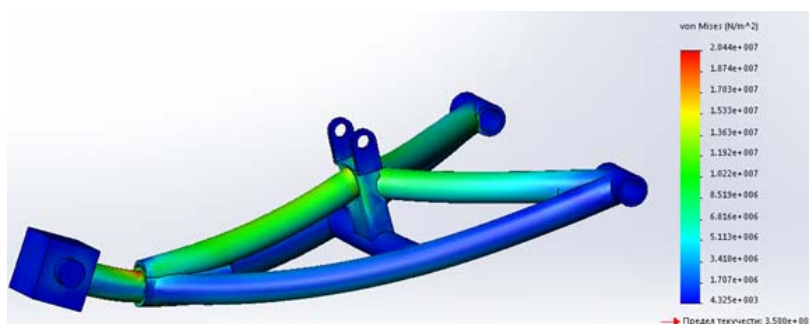


Рис. 5. Результат прочностного расчёта рычага передней подвески

Тормозное управление включает в себя двухконтурный независимый привод на переднюю и заднюю ось, дисковые тормозные механизмы на все четыре колеса, с модернизированными тормозными суппортами с плавающей скобой от автомобиля «Ока».

Тормозной привод представляет из себя два толкателя – штока закреплёнными на плече педального узла. Штоки упираются в поршень главных тормозных цилиндров и имеют возможность регулировки их длины, что позволяет настроить свободный ход педали и распределение тормозного усилия по осям за счёт запаздывания срабатывания одного из контуров (рис. 6). Главные тор-

мозные цилиндры оснащены электронными датчиками давления, которые обеспечивают визуальный контроль за исправностью тормозных приводов.



Рис. 6. Главные тормозные цилиндры(вид сверху).

Результаты прочностных и температурных расчётов тормозных механизмов позволили оптимизировать массогабаритные размеры диска и суппорта (рис. 7). Тормозные диски изготовлены из нержавеющей стали путём лазерной резки. Тормозное управление позволяет обеспечить блокирование всех колёс на различных грунтах, включая асфальтобетонное покрытие, при усилении на тормозную педаль в 380 Н.



Рис. 7. Детали рабочего тормозного механизма: а – модель тормозного диска; б – тормозной механизм в сборе со ступицей колеса

На автомобилях класса «Ваја» регламентируется установка двигателя фирмы «Briggs & Stratton», мощностью 10 л. с., внешняя скоростная характеристика представлена на (рис. 8).

На автомобилях класса «Ваја Russia» наиболее выгодно использование бесступенчатых трансмиссий. Это обусловлено плавным изменением крутящего момента без необходимости уменьшения мощности ДВС в момент переключения передач, а также отсутствием узлов и механизмов, таких как сцепление, органы управления, привод КПП и другие. Для обеспечения лучших тягово-

скоростных свойств и компоновки силовой установки проектируемого автомобиля в его трансмиссии использованы ременный вариатор и двухступенчатый цепной редуктор (рис. 9). Общее передаточное число трансмиссии изменяется в диапазоне от 9,7 до 43,7 единиц.

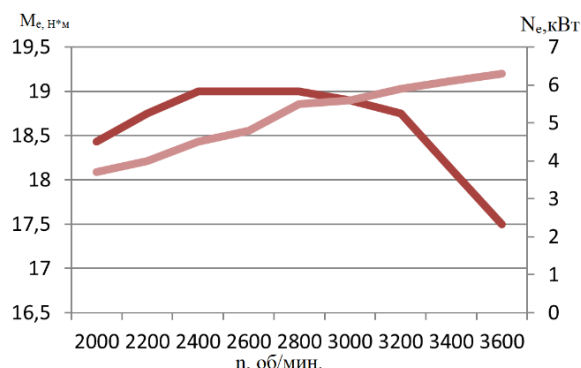


Рис. 8. Внешняя скоростная характеристика ДВС

Силовая установка обеспечивает максимальную скорость автомобиля – 54 км/ч. При движении авто по горизонтальной асфальтобетонной дороге, максимальный преодолеваемый подъем – 30 град., снаряжённая масса – 308 кг, радиус колёс – 0,28 м.

Колёсный привод выполнен модернизированными карданными передачами с ШРУСами от автомобиля «Ока», распределение крутящего момента происходит по средствам самоблокирующегося дифференциала.



Рис. 9. Трансмиссия автомобиля Vaja Russia – “Belka”

Таким образом, применённые конструктивные решения в узлах, агрегатах и системах автомобиля позволили ему успешно пройти техническую инспекцию, показать лучшие тягово-скоростную и тормозную динамику в сравнение с «одноклассниками», а также достаточную управляемость и устойчивость при движении по пересечённой местности.

Список литературы

1. Смирнов Г. А. Теория движения колесных машин : учебник для вузов. М. : Машиностроение, 1990. 352 с.
2. Чудаков Е. А. Теория автомобиля. М. : Машиностроение, 1950. 343 с.
3. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. М. : Машиностроение, 1972. 392 с.
4. Раймпель Й. Шасси автомобиля: элементы подвески. М. : Машиностроение, 1987. 288 с.
5. Пылаев Б. В. Основы динамики высокомоментных вариаторов // Вестник машиностроения. 2004. № 7. С. 16–22.
6. Матасов Е. Б. Механические бесступенчатые передачи нефрикционного типа. М. : Машиностроение, 1977. С. 143.

ПРОЕКТ ПРИЦЕПА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

П.А. Симонов, С.Н. Бобела*

Научный руководитель В.А. Зеер
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В Центре автотоспорта СФУ «ЦАМС» остро стоит вопрос перевозки спортивных автомобилей до мест проведения соревнований, так как на спортивных автомобилях запрещено передвигаться по дорогам общего пользования.

На сегодняшний день существует четыре основных вида транспортировки автомобилей, до места соревнований: полная погрузка автомобиля на прицеп либо использование автопоезда; частичная погрузка с использованием подката; буксировка (рис. 1).

Достоинством прицепов с полной погрузкой авто является щадящий режим для спортивного авто (отсутствует износ деталей) в процессе перевозки.

Основными недостатками являются высокая стоимость средств перевозки (прицепа) либо самого процесса перевозки.



Рис. 1. Способы перевозки автомобилей: а – двухосный прицеп для полной погрузки; б – автовоз; в – прицеп одноосный для частичной погрузки.

С экономической точки зрения наиболее оптимальной перевозкой автомобилей является использование подкатов-одноосных прицепов для частичной погрузки. Такое средство перевозки не требует сертификации, постановки на учет в ГИБДД [4], что дает возможность его проектирования и изготовления собственными силами без дополнительных затрат, и наличие второго водителя при перевозке в отличие от буксирования автомобилей. Существуют различные типы подкатов (рис. 2).

Наиболее простым, а значит надежным, не требующим значительных затрат времени, средств на обслуживание, является вариант подката, представленный на рис. 2, в. Этот вариант взят за прототип проектируемого прицепа.

* © Симонов П.А., Бобела С.Н., 2019

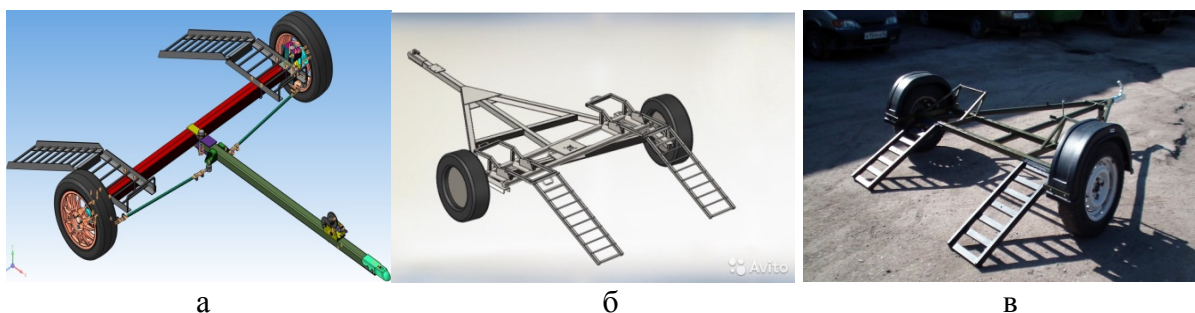


Рис. 2. Конструкции одноосных прицепов для частичной погрузки:
а – с рулевой трапецией; б – с шарнирным соединением платформы; в – прототип

Основными качественными требованиями проектируемого прицепа являются: небольшой клиренс при использовании наиболее распространенных невысокой стоимости колес R13; малая нагрузка на дышло при погрузке-разгрузке; обеспечение «нескатывания» автомобиля во время его перевозки.

Клиренс проектируемого прицепа составляет 195 мм, что обусловлено геометрическими параметрами спортивных автомобилей «ЦАМС» (определено геометрическим путем для автомобиля «Гранта», имеющего самый малый клиренс и большой задний свес), а также параметрами дорог (минимальные уклоны и колея). Поскольку оси колес находятся выше оси платформы, то рама прицепа имеет «V»-образную форму (рис. 3).



Рис. 3. 3D-модель проектируемого прицепа

Задача обеспечения минимальных нагрузок на дышло прицепа во время погрузки-разгрузки автомобиля решается применением упоров, которые шарнирно закреплены на погрузо-разгрузочных съёмных трапах (рис. 3).

Для обеспечения «нескатывания» автомобиля с прицепа во время перевозки применяется упор высотой 73 мм. Высота упора определялась из следующих условий:

- 1) обеспечение «нескатывания» спортивных автомобилей, находящихся в эксплуатации в «ЦАМС» («Гранта», ВАЗ-2106, ЛуАЗ);
- 2) возможность преодоления данного упора (при съезде с подката) автомобиля своим ходом.

На рис. 4 представлена расчётная схема определения минимальной высоты упора.

При движения автопоезда действуют следующие силы [2, 3]: P_{f2} – сила сопротивления качения задней оси, Н; R_j – сила инерции при максимальном ускорении автопоезда, Н; G_1' – вес, приходящийся на переднюю ось перевозимого автомобиля с учетом перераспределения нагрузки после установки его на прицеп относительно горизонтального положения, Н; R_{o1} – реакция опоры в момент «переезда» автомобиля упора, Н.

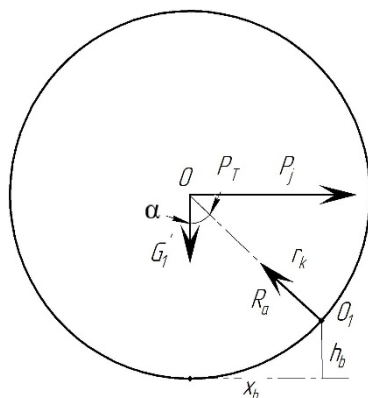


Рис. 4. Расчётная схема определения минимальной высоты упора прицепа

Уравнение моментов относительно О (равновесное уравнение)

$$G_1' \cdot x_b = (P_f + P_j) \cdot (r_k - h_b), \quad (1)$$

где x_b – плечо силы G_1' , мм; r_k – радиус колеса, мм; h_b – высота упора, мм;

$$h_b = r_k - r_k \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

где α – угол между вертикалью и вектором силы R_{o1} , градус;

$$P_f = G_2' \cdot f, \quad (3)$$

где G_2' – вес, приходящийся на заднюю ось перевозимого авто с учетом перераспределения нагрузки после установки авто на прицеп, относительно горизонтального положения, Н; f – коэффициент трения качения, $f = 0,02$ для асфальтобетонного покрытия дороги.

$$P_j = m_a \cdot j, \quad (4)$$

где m_a – масса перевозимого автомобиля, кг; j – ускорение автопоезда м/с², $j=2$ согласно тяговой характеристики автомобиля тягача.

Рассмотрим схему выезда автомобиля с прицепа «своим ходом» (рис. 5).

Результаты расчетов высоты упора спортивных автомобиля «ЦАМС»

Параметры	Значение параметров для спортивных авто «ЦАМС»		
	«Гранта»	ВАЗ-2106	ЛуАЗ
$m_a, \text{кг}$	1 160	1 050	1 000
$G_1, \text{Н}$	6 811	5 654	6 370
$G_2, \text{Н}$	4 557	4 625	3 430
угол наклона автомобиля на прицепе относительно горизонта, β , град.	4	4	6
$G'_1, \text{Н}$	4 008	4 596	3 341
$G'_2, \text{Н}$	7 359	5 693	6 458
$r_k, \text{м}$	0,294	0,294	0,294
$P_f, \text{Н}$	2 456	2 212	2 127
$P_j, \text{Н}$	4 547	4 625	3 430
α , град.	27	24	40
$x_b, \text{м}$	0,131	0,121	0,190
$h_b, \text{м}$	0,033	0,027	0,073

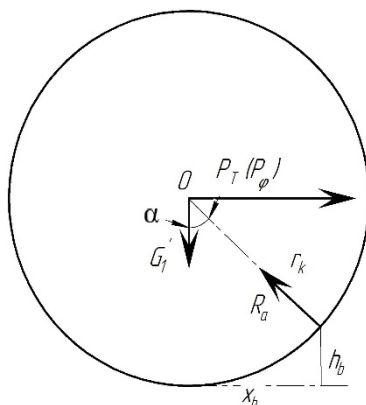


Рис. 5. Схема выезда авто с прицепа «своим ходом»

Для обеспечения возможности самостоятельного выезда автомобиля с прицепа необходимо выполнить условие:

$$P_t \cdot (r_k - h_b) \geq G'_1 \cdot x_b \quad (5)$$

или

$$P_\varphi \cdot (r_k - h_b) \geq G'_1 \cdot x_b, \quad (6)$$

где P_t — сила тяги реализуемая перевозимым автомобилем, Н; P_φ — сила тяги по сцеплению, Н.

$$P_t = \frac{M_{\text{двс}} \cdot i_{\text{гл}} \cdot i_{\text{зх}} \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_k}, \quad (7)$$

где $M_{\text{двс}}$ – максимальный крутящий момент ДВС, Н·м; $i_{\text{гл}}$ – передаточное число главной пары; $i_{\text{зх}}$ – передаточное число КПП заднего хода; $\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмиссии, принимаем $\eta_{\text{тр}} = 0,8$.

Сила тяги по сцеплению определяется, Н:
для полноприводного авто (ЛуАЗ):

$$P_\phi = m_a \cdot g \cdot \phi; \quad (8)$$

для заднеприводного автомобиля (ВАЗ-2106):

$$P_\phi = G'_2 \cdot \phi; \quad (9)$$

для переднеприводного автомобиля («Гранта»):

$$P_\phi = G'_1 \cdot \phi, \quad (10)$$

где m_a – коэффициент сцепления, принимаем $\phi = 0,8$ для асфальтобетонных покрытий.

Таблица 2

Результаты расчетов

Параметры	Значение параметров для спортивных автомобилей «ЦАМС»		
	«Гранта»	ВАЗ-2106	ЛуАЗ
$P_T, Н$	4 642	4 062	3 659
$P_\phi, Н$	3 206	4 554	7 840
Выполнения условия (5)	928 \geq 400	812 \geq 459	771 \geq 668
Выполнения условия (6)	661 \geq 400	910 \geq 459	1568 \geq 668

Таким образом, спроектированный одноосный прицеп для перевозки спортивных автомобилей «ЦАМС» методом частичной погрузки обладает простой и надежной конструкцией, не требует дополнительных затрат на сертификацию и постановку на учет в ГИБДД [4]. В отличие от существующих образцов прицепов, в проектируемом варианте обеспечены: минимальный клиренс; минимальное усилие на дышло при погрузочно-разгрузочных операциях; возможность перевозки автомобиля без страховочных устройств от его скатывания с прицепа.

Список литературы

1. Бурков М. С. «Специализированный подвижной состав автомобильного транспорта»: учебник. 3 изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1979. 296 с.

2. Вахламов В. К., Шатров М. Г., Юрчевский А. А. Автомобили: Теория и конструкция автомобиля и двигателя : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / под ред. А. А. Юрчевского. М. : Академия, 2008. 816 с.

3. Иларионов В. А., Морин М. М., Сергеев Н. М. [и др.]. Теория и конструкция автомобиля : учебник для автотранспортных техникумов. 2-е изд., переработка. и доп. М. : Машиностроение, 2007. 368 с.

4. О безопасности дорожного движения : федер. закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ, ред. 18.12.2006.

**Цифровая революция
в металлургии – миф или реальность**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОКАЛКИ НЕФТЯНОГО КОКСА В СРЕДЕ SIMINTECH

К.Г. Козулин*

Научный руководитель Т.В. Донцова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Процесс прокаливания нефтяного кокса происходит в печах прокалки, которые выполняют функции: конвейера – перемещает от 1 050 т/ч кокса; противоточного теплообменника – нагревает слой кокса от 20 до 1 300 °С; высокотемпературного реактора – производит крекинг и сжигание летучих, упорядочивание структуры кокса [1]. Средняя температура в печи составляет 700 °С.

Сырой кокс перед вовлечением в производство проходит предварительное прокаливание, в результате чего из него удаляется влага, летучие вещества, происходит усадка и уплотнение структуры, формируется кристаллическая решетка, значительно повышается тепло- и электропроводность.

Проведя литературный обзор и проанализировав известные системы управления, можно сделать вывод, что работы по автоматизации и управлению печами прокалки кокса или других углеродных материалов практически отсутствуют.

Качество прокаленного кокса зависит от температурного режима в печи и времени нахождения материала в ней. Для регулирования изменения температуры кокса на выходе от управляющих воздействий (изменение количества подачи кокса, времени нахождения кокса в печи и температуры в печи, за счет изменения подаваемого мазута, пара, горячего воздуха) проводится математическое моделирование.

Для разработанной системы автоматизации процесса прокаливания нефтяного кокса во вращающейся печи в среде SimInTech создана модель прокаливания нефтяного кокса [2].

SimInTech – система автоматизированного проектирования логико-динамических систем, используется для моделирования различных систем автоматизации и теплогидравлики [3].

Модель представляет собой 11 блоков-констант, в которых задаются входные значения:

- T – начальная температура кокса, °С
- $Q_{\text{исп}}$ – количество тепла, требуемое на испарение влаги в коксе, Дж/кг;
- t_1 – время нахождения порции в прокалочной печи, мин;
- l – длина прокалочной печи, м;
- $T_{\text{воздуха печи}}$ – средняя температура воздуха в печи, °С;
- $T_{\text{ст}}$ – температура стенки печи, °С;
- $a_{\text{ст}}$ – коэффициент теплообмена кокса со стенкой;

* © Козулин К.Г., 2019

- $a_{в-к}$ – коэффициент теплообмена кокса с воздухом;
- ρ_k – плотность кокса, кг/м^3 ;
- c – теплоемкость кокса, $\text{Дж/кг}\cdot\text{К}$.

Константы подают непрерывный сигнал в блок программирования PL при запуске расчёта модели.

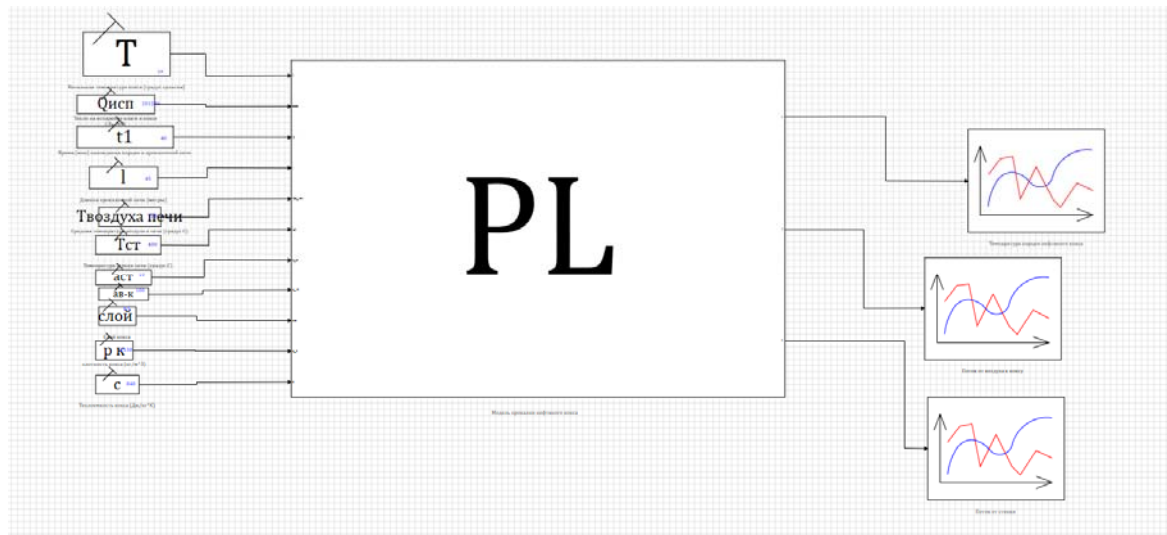


Рис. Модель прокаливания нефтяного кокса в среде SimTech

Блок PL представляет собой скрипт, описанный на языке СИ, на вход которого подаются вышеперечисленные входные сигналы [4]. В блоке происходит расчет согласно записанной в нем математической модели прокаливания и на выход передаются рассчитанные значения, которые выводятся на графиках:

- y – температура порции нефтяного кокса;
- f – поток от воздуха к коксу;
- h – поток от стенки.

В дальнейшем планируется расширение математической модели путем добавления возможности автоматического регулирования топлива для поддержания постоянной температуры внутри печи, а также возможности изменять входные значения при помощи пультов управления в ручном режиме.

Список литературы

1. Янко Э. А., Воробьев Д. Н. Производство анодной массы // *Металлургия*. 1984. С. 240.
2. Проспект Свободный – 2018 [Электронный ресурс] : материалы Международной студенческой конференции, Красноярск, 23–27 апреля 2018 г. Красноярск : СФУ, 2018. С. 1379–1381. URL: <http://Lib3.sfu-kras.ru/ft/LIB2/ELIB/b72/free/i-759261597.pdf>.
3. Справочная система SimInTech : сайт. URL: <http://simintech.ru/help/rus>.
4. Лукас В. А. Теория управления техническими системами : Компактный учебный курс для вузов 00000// УГГГА. 2002. С. 675.

ЦИФРОВАЯ РЕВОЛЮЦИЯ: ОТ ШКОЛЫ К ПРОФЕССИИ

С.Ю. Михнев*

Научный руководитель В.А. Осипова
кандидат технических наук, доцент
Научный руководитель Г.Б. Даныкина
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

После окончания школы каждый абитуриент сталкивается с проблемой выбора: куда дальше пойти учиться, какой профессии посвятить свою жизнь? Перед высшими учебными заведениями (вуз) стоит другой глобальный вопрос: как привлечь выпускников школ, как выявить ребят, заинтересованных инженерным делом? Задача привлечения абитуриентов остаётся актуальной, особенно это характерно для технических вузов.

Мы живем в эпоху четвертой промышленной революции, поэтому о своем будущем самое время задуматься выпускникам школ, учитывая современные тенденции. Изменения происходят во всех сферах жизни и деятельности людей. Ожидаются и глобальные перемены рынка труда по мере проникновения «цифры» в различные сферы экономической деятельности. К этим изменениям готовятся не только предприятия, но и образование.

Сегодня актуальной становится формулировка *soft skills*, то есть знания и навыки, которые связаны не с профессиональной компетенцией, а с умением обучаться, с возможностью работать в коллективе, с мотивацией к достижениям [1].

Профессиональное самоопределение – это сложный и тяжелый процесс. Выбор учениками старших классов вуза является задачей, в которой много неизвестных, а от правильного решения зависит будущее самого ученика. Поэтому для победы в конкурентной борьбе за будущего студента вузы отслеживают все тенденции, связанные с мотивацией абитуриентов и факторами влияния на них, предлагают новые формы и методики обучения.

Способы привлечения студентов за счет разовых визитов в школы преподавателей и дней открытых дверей, очевидно, уже не эффективны. Далее следуют образовательные выставки, мнение знакомых и справочные буклеты.

Какие меры надо принимать уже сейчас, чтобы встретить цифровую эру во всеоружии?

Темп жизни растет, времени становится все меньше, а информации все больше. Интернет является основным источником информации для абитуриентов и их родителей. В настоящее время интернетом пользуется огромное количество людей, большая часть этих людей – представители современной молодежи. Именно молодежь является активным пользователем мобильных устройств как средства массовой информации.

* © Михнев С.Ю., 2019

Современные вузы активно используют в качестве агитационных материалов электронные презентации факультетов, специальностей и т. д. Анализ существующих презентаций ряда ведущих вузов показал их слабые места:

- очень большое количество слайдов, что приводит к потере интереса на первых 3–5 слайдах. В результате нужная и важная информация не доходит до адресата;
- большой размер презентаций, что приводит к медленной работе на мобильных устройствах;
- презентации перегружены служебной информацией, которая также отвлекает от цели и делает непривлекательными разработки вузов;
- презентации не всегда содержат полезную информацию, интересную именно для абитуриента.

Важной особенностью нового поколения абитуриентов является «кликочное мышление», когда наблюдается кратковременный всплеск интереса. Слушают только то, что интересно. Скудный материал остается «непринятым».

Задача данной работы заключается в разработке интерактивного ресурса по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом особенностей психологии современного абитуриента и недостатков существующих презентационных материалов.

При разработке интерактивной презентации были учтены факторы и критерии, оказывающие решающее влияние на выбор высшего учебного заведения [2]. Факторы, связанные с будущим абитуриента:

- получение высшего образования и квалифицированной специальности, востребованной на рынке труда;
- диплом престижного вуза воспринимается как конкурентное преимущество при трудоустройстве;
- возможность самореализации и карьерного роста;
- перспектива построить свою личную жизнь.

Факторы, связанные с настоящим абитуриента:

- стоимость и удобство обучения;
- сложность вступительных экзаменов;
- современная техническая база учебного процесса;
- новые формы и методики обучения;
- местоположение вуза, инфраструктура.

Для реализации поставленной задачи можно использовать любую из множества платформ для интерактивных презентаций, например: Adobe Flash, ProShow, Slides и т. д. Данная работа реализована в MS Power Point, как самом простом и распространенном программном средстве.

Презентация построена с учетом важнейших принципов:

- постановка цели;
- «выстраивание» истории;
- структурирование материала и придание ему лаконичности;
- правильное оформление вступления.

Особенностью интерактивной презентации является нелинейный способ подачи материала, возможность «получения нужной информации в зависимости от управляющих действий пользователя» [2].

Презентация состоит из пяти основных слайдов. Каждый слайд дает краткую основную информацию на отдельную тему (рисунок):

- о профессии: абитуриент узнает, чем он будет заниматься на рабочем месте после окончания учебы;
- о кафедре: почему именно наша кафедра сможет подготовить абитуриента как хорошего специалиста. При желании абитуриент может посетить фотогалерею кафедры;
- место работы: перечислены возможные места работы, абитуриент сможет найти информацию о работодателях;
- вступительные испытания: приведены требования для поступления;
- контакты: заключительный слайд, на котором есть ссылки на институт, кафедру, адреса, карта кампуса.

Вход в каждый раздел возможен только из меню.



Рис. Основное меню презентации

Молодежь любит общаться через интернет, обсуждать всевозможные вопросы на форумах, осуществлять поиск своей второй половинки, заказывать товары в интернет-магазинах. Но помимо развлечений молодежь использует интернет как средство массовой информации, ведь с помощью интернета можно узнать последние новости, узнать о новинках киноиндустрии. Учитывая данный фактор «безграничной любви» к интернет-технологиям, разработанная презентация имеет удобный формат .pdf и размер 3 Мб для легкого распространения среди школьников и родителей (в том числе на мобильных устройствах).

Особенность данной разработки заключается в активном участии самого абитуриента при знакомстве с материалом презентации, он сам выбирает, что посмотреть и в какой последовательности, а для детального знакомства с направлением подготовки, кафедрой и институтом в ресурсе имеются актуальные ссылки на контакты.

Интерактивные технологии привлечения абитуриентов должны позволить не только увеличить число поступающих в вуз, но и повысить их качественный уровень, найти именно тех будущих студентов, которые проявят интерес к обучению и самореализации в выбранной профессии, ведь автоматизация и роботизация производств неразрывно связаны с цифровой революцией. Школьники и родители должны понимать, что человек остается главным в эпоху цифровой

революции [1]. Именно ему предстоит поддерживать и развивать цифровые процессы во всех сферах деятельности.

Список литературы

1. Александров Н. Человек в цифровую эпоху // Эксперт. 2017. № 29. URL: <http://expert.ru/expert/2017/29/chelovek-v-tsifrovuyu-epohu>.

2. Рыченков М. В., Рыченкова И. В., Киреев В. С. Исследование факторов, оказывающих влияние на выбор вуза абитуриентами, на различных этапах процесса поступления // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=11612>.

3. Короповская В. П. Методика создания интерактивного плаката средствами PowerPoint. Мурманск : ГАУДПО «ИРО», 2015. 44 с.

РОТОРНЫЙ КРИСТАЛЛИЗАТОР КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ**Г.А. Нестеров***

Научный руководитель А.А. Дружинина
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

При использовании отдельного устройства-кристаллизатора, иначе данный способ литья на данной установке (СЛИПП) называется слитковый, сначала происходит получение заготовки в кристаллизаторе и после – на установку. Данный способ включает в себя два вида. В первом случае заготовка формируется непосредственно в кристаллизаторе, являющимся узлом установки прокатки-прессования (ПП). Во втором случае кристаллизатор, в котором производится заготовка, располагается отдельно от всей установки, отдельно охлаждается и подает заготовку на дальнейшую обработку на линию прокатки-прессования [1].

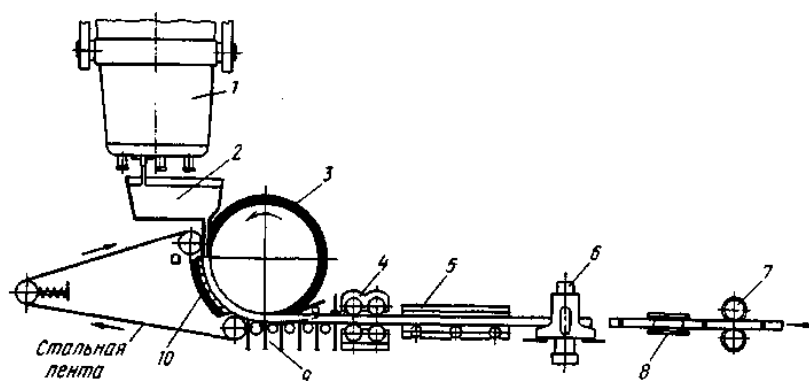


Рис. 1. Литейно-прокатный комплекс

В данной работе выбран литейно-прокатный комплекс, в составе которого имеется роторный кристаллизатор, рассмотренный на рис. 1. В составе установки находятся линия непрерывного литья, правильное (задающее) устройство в виде роликов, прокатный стан (узел деформации), охлаждающее устройство и моталка.

Работает установка следующим образом:

- подача расплавленного металла в миксер;
- подача по лотку расплавленного металла на установку непрерывного литья;
- подача заготовки через правильное устройство на прокатный стан;
- охлаждение заготовки;
- поступление заготовки на моталку с катушкой.

* © Нестеров Г.А., 2019

Система представляет из себя установку, в составе которой выделены два основных уровня автоматизации.

Верхний уровень:

- система визуализации процесса и контроля параметров;
- система управления расходом воды для охлаждения;
- математическая модель работы кристаллизатора.

Основной уровень:

- расчет значений температур в искомым точках кристаллизатора и заготовки;
- расчет значения расхода воды на охлаждение;
- управление приводами колеса кристаллизации, вращения правильных клеток, моталки и дополнительных систем, таких как привод работы ножниц.

Необходимо выделить основные системы уровней управления:

- система контроля и регулирования температуры металла. Регулирование происходит при помощи построенного в контроллере алгоритма расчета параметров температур и расхода воды, построенной на основе математической модели [2]. В условиях эксплуатации реальной установки данные для обработки поступают с датчиков, зафиксированных у миксера с жидким металлом, на входе установки и на выходе. Регистрация значения расхода воды происходит при помощи расходомера. Регулирование расхода происходит с использованием регулятора давления;

- система управления электроприводами установки. На реальной установке в состав данной системы входят приводы колес кристаллизации, приводы-ролики вращения бесконечной ленты, а также приводы вращения и прижима правильной клетки, ножниц и моталки. Основная функция данной системы – это сопровождение и полосы заготовки до моталки, ее правка и обрезка;

- система визуализации и контроля. Система включает в себя решение таких задач, как пуск и управление установки, контроль и регулирование параметров технологического процесса, визуализация работы системы, а также индикация необходимых систем и параметров.

Для установки роторного кристаллизатора входными параметрами являются параметры подаваемого в кристаллизатор металла или сырья, а также воды для охлаждения установки, механические параметры установки (скорость вращения колеса, размеры форсунок и т. п.), а также различные воздействия окружающей среды. Выходным параметром является температура металла.

Все основные параметры, влияющие на процесс, а также основной регулируемый представлены далее и на упрощенной схеме на рис. 2.

Входные воздействия (X_i): расход металла (X_1), м/с, расход воды (X_2), м³/с, скорость вращения колеса (X_3), об/мин, начальная температура металла (перед подачей в установку) (X_4), °С.

Возмущающие воздействия (F_n): температура воды (F_1), °С, свойства металла, его плотность, структура и т.д. (F_2), активное количество форсунок охлаждения (F_3), шт.

Выходные параметры (Y_j): температура выходной заготовки (Y_1), °С.

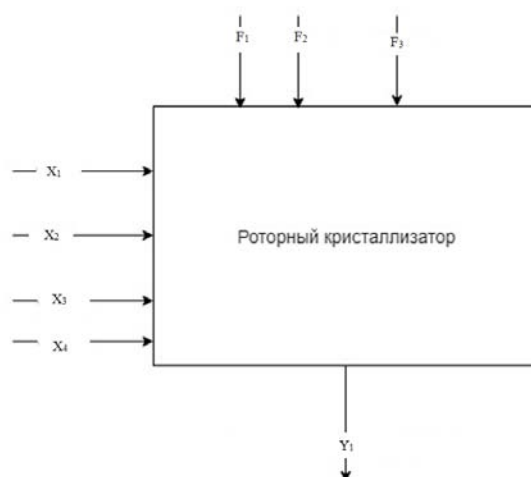


Рис. 2. Упрощенная схема кристаллизатора как объекта управления

В данной работе были выделены несколько основных регулируемых и возмущающих параметров, рассмотренных ранее:

- основным регулируемым параметром является температура заготовки на выходе из кристаллизатора ($^{\circ}\text{C}$), так как поддержание ее в заданном диапазоне является важнейшей задачей для обеспечения наилучших прочностных качеств выходного изделия, измерение температур происходит при помощи пирометра с диапазоном измерения от 0 до 1 000 $^{\circ}\text{C}$;

- расход воды, $\text{м}^3/\text{с}$. Данный параметр рассматривается как управляющее воздействие. Влияет непосредственно на изменение таких показателей как температура металла и температура диска колеса кристаллизации. Регулирование происходит при помощи направленных форсунок В380 ВА3-215-2 (правого и левого исполнения) и расходомера с максимальным расходом 300 $\text{м}^3/\text{ч}$;

- изменение температуры диска кристаллизатора, $^{\circ}\text{C}$. Изменение происходит за счет теплопередачи при соприкосновении стенок кристаллизатора с металлом и охлаждающей жидкостью. Регулирование данного параметра происходит путем изменения расхода воды на охлаждение, измерение производится при помощи пирометра с диапазоном измерений от 0 до 1 000 $^{\circ}\text{C}$;

- скорость вращения колеса кристаллизации, об/мин. Рассматривается данный параметр как управляющее воздействие. Управление и контроль за скоростью вращения как основного колеса кристаллизации, так и колеса вращения бесконечной ленты реализовано при помощи электроприводов.

Список литературы

1. Сидельников С. Б., Довженко Н. Н., Загиров Н. Н. Комбинированные и совмещённые методы обработки цветных металлов и сплавов : монография. М. : МАКС Пресс, 2005. 344 с.

2. Якивчук П. Н., Пискажова Т. В., Белолипецкий В. М. Математическая модель для управления охлаждением роторного кристаллизатора // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2017. Т. 21. № 9. С. 104–113.

3. СТО 4.2–07–2014 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. Взамен СТО 4.2–07–2012; введ. 30.12.2013. Красноярск : СФУ, 2014. 60 с.

**Экологизация строительной индустрии.
Перспективы «зеленого»
и арктического строительства**

ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

И.И. Алексеев, К.Д. Андриянова*

Научный руководитель И.Г. Енджиевская
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Половина площади нашей страны относится к районам Крайнего Севера. Всем известно, что активное его освоение началось ещё в XIX веке. На протяжении стольких лет приходится бороться с суровыми климатическими условиями и преодолевать экономические трудности производства строительных работ в условиях вечной мерзлоты. Решение этих проблем было найдено, оно состоит в необходимости применения строительных материалов с особыми функциональными свойствами и современных энергосберегающих технологий, способствующих не только снижению трудоёмкости строительства жилых объектов, но и сокращению времени их возведения без снижения, а иногда и при увеличении физико-механических и экономических показателей.

Для арктической зоны характерны экстремальные климатические условия, к которым следует отнести:

– продолжительный зимний период (от 185 до 305 дней) с низкими отрицательными температурами, короткое лето; большой годовой температурный перепад (в отдельных местах до 100 °С), сильные ветры, достигающие 30–40 м/с;

– вечномерзлое состояние грунтов, наличие поверхностного слоя, меняющего свою толщину, ежегодно протаивающего летом и замерзающего зимой, называемого деятельным;

– ограниченность и сезонную периодичность транспортной связи, слабое развитие строительной индустрии [1].

Строительство в условиях вечной мерзлоты весьма сложный процесс, необходимо использовать материалы, способные выдерживать температурный режим крайнего Севера и Заполярья. Сборные конструкции должны иметь высокую плотность и качественную поверхность. Внешний вид и точность являются важным фактором долговечности для конструкций, подвергаемых попеременному замораживанию и оттаиванию в водонасыщенном состоянии или в условиях эпизодического водонасыщения, конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, а также продолжительных отрицательных температур.

Основными дефектами на поверхностях часто оказываются раковины или борозды от пузырьков и струек воздуха, пустоты из-за недостаточного уплотнения смеси, обнажения арматурных каркасов и пр. К тому же при укладке бетонной смеси в густоармированных конструкциях наблюдается приморажива-

* © Алексеев И.И., Андриянова К.Д., 2019

ние частиц бетона к арматуре, в результате просветы между стержнями забиваются.

В большинстве таких проектов основным строительным материалом выступает всем привычный бетон. За всё время своего использования бетон стал самым управляемым строительным материалом, что делает его практичным, позволяющим решать различные строительные задачи. Стало возможным создавать бетоны заданной функциональности, прогнозируя их свойства и добиваясь требуемых результатов.

Современные технологии позволяют пересмотреть традиционный подход к производству бетона. Устранение вышеуказанных повреждений и их последствий связано с существенными дополнительными затратами на усиление конструкции, изоляцию трещин, которых вполне можно избежать, если научно подойти к вопросу проектирования бетонной матрицы, используя минеральный наполнитель, в качестве которого может выступать абсолютно любой отсев с количеством мелкодисперсной фракции не менее 15 %. В результате получим литую бетонную смесь либо самоуплотняющийся бетон (при добавлении крупного заполнителя, не более 8 мм).

И тот и другой материал отличается гладкой и плотной поверхностью с отсутствием дефектов. Эти материалы требуют не значительных затрат на уплотнение смеси, что касается самоуплотняющегося бетона, то он способен заполнять даже самые отдалённые части формы, проникать в густоармированные конструкции без механического воздействия. Эти особенности позволяют повысить темпы строительства в такой короткий летний период северных районов.

Замена значительной части цемента тонкодисперсным наполнителем позволит создавать высококачественные бетоны даже при крайне низком качестве цемента.

Качество поверхности таких материалов позволяет без дополнительной отделки наносить окрасочные составы для цветового оформления зданий, что очень важно при строительстве жилых домов на Крайнем Севере, избегать серых, невыразительных тонов, которыми отличаются зимние ландшафты при низком, чаще всего облачном небе и продолжительной ночи. Использование цвета в массовом жилищном строительстве является наиболее вариантным средством композиции и действенным средством борьбы против однообразия и монотонности, особенно на Крайнем Севере. Кроме того, в условиях плохой освещенности или низкого солнца такие цвета усиливают видимость зданий [2].

Вмешательство человека в специфическую и уязвимую северную природу должно быть тщательно продумано и подвержено серьезным исследованиям. Возведение жилых домов в условиях вечной мерзлоты должно производиться с использованием современных технологий: от закладки «самоохлаждающегося» фундамента до утепления домов инновационными материалами. Строительство городов на Севере – ключ к исследованию земли Арктики.

Список литературы

1. Строительство на мерзлоте: опыт и новшества : сайт. URL: <http://sibforum.sfu-kras.ru/node/106>.
2. Строительство в высоких широтах. Принципы, возможности и перспективы : сайт. URL: <http://ardexpert.ru/article/5072>.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ CLT В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

В.Н. Воропаев*

Научный руководитель И.С. Инжутов
доктор технических наук, профессор

Сибирский федеральный университет

Большое количество полезных ископаемых сосредоточено на территории российского арктического шельфа: 15,5 млрд т нефти и 84,5 трлн м³ газа [1]. Чтобы их добывать требуются комфортные условия проживания для людей. Ведь климат Арктики очень суров:

зимняя температура: –30 градусов (на побережье и островах); –32–36 градусов (континентальная часть);

июль – средние температурные значения в это время достигают: 0–5 градусов (арктический бассейн); 2–3 градуса (морское побережье); 6–10 градусов (район материка) [2].

Частые метели. Во многих горных районах возникает бора (скорость ветра более 40 м/с).

Использование металлических конструкций и соединений не позволяет сохранять тепло внутри зданий.

Технология *CLT* (*Cross Laminated Timber*) многослойных клееных деревянных панелей позволяет строить быстро и учитывает все климатические условия арктической зоны. Многослойные клееные деревянные панели представляют собой уложенные взаимно перпендикулярно слои досок хвойной породы, проклеенные экологически чистым полиуретановым клеем и спрессованные под давлением от 60 тонн на 1 м² поверхности панелей (рис. 1). Использование многослойных клееных деревянных панелей (рис. 2).

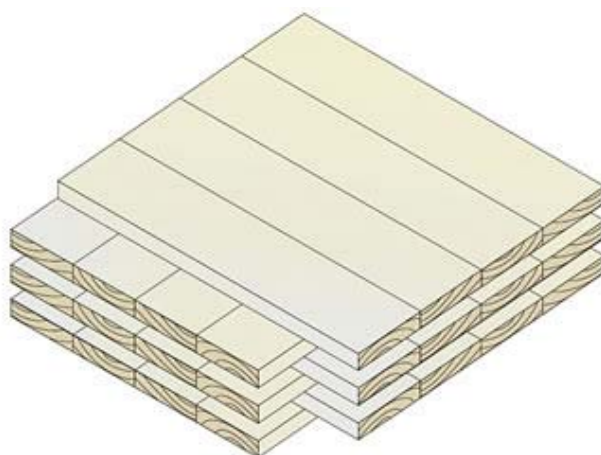


Рис. 1. Структура многослойной деревянной панели

* © Воропаев В.Н., 2019



Рис. 2. Здание из CLT

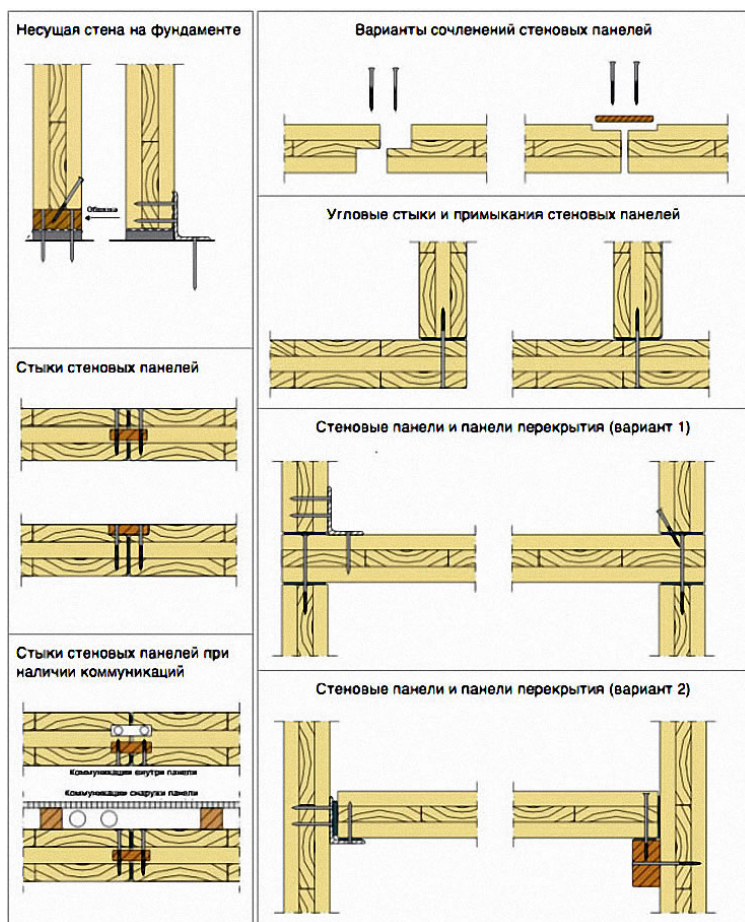


Рис. 3. Основные узлы CLT

Стабильность геометрических размеров: в продольном направлении изменения пренебрежимо малы. В поперечном – 0.2 мм на 1 % изменения влаж-

ности окружающей среды при стандартной влажности панели 12+/-2 %. Огнестойкость – от 30 до 90 минут. Масса панели составляет 480–500 кг/куб.м.

Однако имеется недостаток: для соединения панелей используются металлические уголки и гвозди [3]. Это решается с помощью замены металла на суперконструкционные полимеры, пригодные для арктических условий, пластмассы и дерево [4].

Список литературы

1. Барковский А. Н., Алабян С. С., Морозенкова О. В. Экономический потенциал Российской Арктики в области природных ресурсов и перевозок по СМП // Российский внешнеэкономический вестник. 2014. № 12. С. 44.
2. Климатические условия Арктики : сайт. URL: https://spravochnick.ru/geografiya/prirodno-klimaticheskie_usloviya/klimaticheskie_usloviya_arktiki.
3. Перекрестно-слоеные деревянные материалы : сайт. URL: <https://adcitymag.ru/perekrestno-sloenye-derevyannye-mate>.
4. Суперконструкционные полимеры, 3D today новости : сайт. URL: <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/v-nalchike-razrabatyvayut-superkonstruktsionnye-polimery-dlya-promyshlennoy-3d-pechati>.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ

Н.Д. Высокинский, К.В. Шкредова, О.Р. Толочко*

Научный руководитель М.А. Плясунова
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В нашем исследовании мы рассмотрим преимущества и недостатки деревянных, железобетонных, а также современных композитных шпал, так как железнодорожные шпалы являются одной из наиболее важных частей основных несущих элементов железной дороги. Одной из их задач является сопротивление смещению в поперечном и продольном направлениях по всей железнодорожной сети. Кроме того, в дополнение к обеспечению надлежащего выравнивания рельсов по отношению друг к другу, шпалы выдерживают все динамические и статические воздействия, поступающие от рельсов под нагрузками подвижного состава, и затем передают эти нагрузки на вспомогательную подушку из гравия.

Высокая степень деградации и разрушения существующих железнодорожных покрытий влечет за собой активизацию работ по модернизации. Утилизация использованных железнодорожных шпал представляет серьезную экологическую проблему. Это относится к обеим шпалам, выполненным как из бетона, так и из дерева. Особенно проблематичными являются деревянные шпалы, поскольку в них содержатся химические средства, используемые для пропитки. Умение обращаться с отходами является одной из основных задач современной цивилизации. В частности, исходя из предположения, что железнодорожные шпалы, особенно деревянные, классифицируются как твердые органические отходы третьего класса экологической опасности.

Деревянные шпалы (в соответствии с ГОСТ 78–2004) изготавливаются из сосновых, еловых, пихтовых, лиственничных и березовых пород древесины. Шпалы по форме поперечного сечения делятся на три типа: обрезные, полуобрезные и необрезные. Длина шпалы любого типа ($2\ 750 \pm 20$) мм.

На долю пропитанных шпал приходится значительная часть отходов, образующихся в результате увеличения применения бетонных шпал при проведении работ по модернизации. Деревянные шпалы имеют небольшой предел долговечности. В России средний срок службы составляет 16 лет [1]. Данный фактор является одним из основных недостатков деревянных шпал.

Для повышения долговечности деревянные шпалы для железных дорог насыщают креозотовым маслом, которое классифицируется как канцероген (категория IV), а некоторые из его полициклических ароматических углеводов – как токсичные и биоаккумулирующие вещества.

* © Высокинский Н.Д., Шкредова К.В., Толочко О.Р., 2019

Древесина, полученная из пропитанных шпал, не может использоваться внутри зданий или мест, где возможно соприкосновение с кожей, включая парки и сады, места отдыха, особенно на детских площадках. Одним из решений проблемы утилизации деревянных шпал является их хранение в местах, пригодных для опасных отходов, но этот метод является неблагоприятным. В качестве другого решения можно также рассмотреть возможность утилизации путем сжигания, однако его минусом является появление огромного количества золы и токсичных летучих веществ. Еще одним способом утилизации может быть другая биологическая или химическая обработка, но она является довольно затратной и пока ее применение не решает кардинально проблему с отходами.

Деревянные шпалы обладают упругостью, которая приводит к хорошему гашению вибраций из-за длительного поглощения энергии от колес рельсовых транспортных средств на гравийной подушке. Несмотря на все эти хорошие свойства деревянных шпал, существует множество внешних факторов, которые оказали неблагоприятное влияние на их долговечность. Во время создания новых железнодорожных маршрутов для защиты окружающей среды области применения деревянных шпал были ограничены железнодорожными путями на кривых с малым радиусом. Но, к сожалению, из-за упруго-хрупких характеристик железобетонные шпалы увеличивают деформации опорного слоя.

Бетонные шпалы (ГОСТ 33320–2015) подразделяют в зависимости от типа рельсового скрепления:

- тип I для отдельного рельсового скрепления с резьбовым креплением рельса и подкладки к шпале;
- тип II для нераздельного анкерного рельсового скрепления с безрезьбовым креплением рельса к шпале;
- тип III для нераздельного рельсового скрепления с резьбовым креплением рельса к шпале.

Преимуществами железобетонных шпал являются:

- длительный срок эксплуатации (до 50 лет);
- не поддаются гниению и коррозии;
- создают повышенную стабильность и равноупругость пути на линиях со скоростным движением пассажирских поездов.

Железобетонные шпалы обладают рядом недостатков:

- сложность монтажа;
- повышенная электропроводность;
- чувствительность к ударам;
- жесткость пути, которая приводит к износу рельс в местах стыков;
- значительная масса (средняя 270 кг).

После удаления бетонной шпалы с железнодорожного пути она становится непригодной. Она не может использоваться в фундаменте из-за его блочного характера. Ее форма не дает возможности установить кирпичную кладку и, кроме того, из-за большого веса и небольших размеров невозможно использо-

вать ее в дорожном строительстве. Для железнодорожного пути срок службы бетонных шпал оценивается до 50 лет.

Для получения полезного переработанного продукта используется извлечение материала путем дробления. Разрушить бетонные шпалы довольно легко, но проблема состоит в том, чтобы искусно отделить бетон от стальной арматуры. Процесс состоит в дроблении шпал, затем разделении материалов и повторном разделении при транспортировке материала на конвейерных лентах. После формирования зерна с использованием ударной дробилки и просеивания получается порошкообразный бетон. Затем с добавлением воды порошок затвердевает и стабилизируется цементом, вследствие этого потребление цемента может быть сэкономлено до 50 %. Кроме того, измельченные материалы можно снова использовать в качестве дорожной основы. Конечный продукт эквивалентен природным камням, таким как щебень или мелафир.

Для снижения динамических нагрузок, которые значительно влияют на опорный слой из щебня, возможно применение бетонных шпал со специальной виброизоляции. Виброизолированный слой выполняется из упругопластического материала, который намертво соединен с нижней поверхностью шпалы.

Применение предварительно напряженных железобетонных шпал с виброизолированным слоем связано с уменьшением деформации путей, особенно вертикальной деформацией. Эффект заключается в продлении срока службы железных дорог и, следовательно, экономии средств, связанных с ремонтом.

Композитными шпалами из переработанного пластика начинают заменять деревянные и железобетонные. Это новая технология, которая позволяет сократить использование древесины и сохранить деревья. Так, для изготовления одного километра трамвайных путей нужно около 140 деревьев.

Материал шпал является диэлектриком, устойчивым к агрессивным средам и не нуждается в использовании креозола для защиты от вредного для них воздействия ультрафиолета, воды, насекомых.

Они легче, следовательно, проще в монтаже. Композитные шпалы также обладают повышенной ремонтпригодностью за счет заливки специальных композитов в разработанные отверстия, после чего их характеристики практически не отличаются от новых. Композитные шпалы существенно снижают как затраты на обслуживание, содержание и ремонт пути, так и показатели уровня шума (до 7 Дб) [4].

Пластиковые шпалы прослужат до 50 лет со стопроцентной переработкой в новые шпалы. Данная технология позволяет полностью убрать проблему с переработкой и утилизацией твердых бытовых отходов [4].

Композитные шпалы также обладают повышенной ремонтпригодностью за счет заливки специальных композитов в разработанные отверстия, после чего их характеристики практически не отличаются от новых.

Шпалы нового типа применяют в странах Европы и Азии, а также в США и Канаде. Технология позволяет решить вопрос с переработкой пластикового мусора и уберечь деревья от вырубки.

Шпалы представляют собой очень важный несущий, укрепляющий элемент железнодорожных путей. Для повышения долговечности шпал применяются различные обработки, в том числе пропитка деревянных шпал, или предварительное напряжение бетонных шпал. Кроме того, чтобы приблизить характеристики бетонных шпал к дереву, главным образом из-за глушения вибрации, можно использовать дополнительную виброизоляцию.

На проблемы, связанные с удалением шпал, в частности деревянных, считающихся токсичными, нельзя закрывать глаза. Шпалы, пропитанные креозотовым маслом, во избежание опасности для здоровья, не подлежат переработке, а только утилизации. В отличие от деревянных шпал, шпалы из бетона могут использоваться в качестве переработанных материалов, например, для дорожного строительства, это может быть преимуществом предварительно напряженных бетонных шпал перед деревянным. Но все эти преимущества незначительны по сравнению с композитными шпалами, так как их свойства позволяют проще решить проблему с утилизацией и повторной переработкой, а также сохраняют окружающую среду, уберегая лес от вырубки и перерабатывая пластиковые отходы.

Список литературы

1. Бондарев А. Л., Журавский-Скалов Д. Я. Ремонт деревянных. М. : Транспорт, 1972. 176 с.
2. ГОСТ 78–2004 Шпалы деревянные для железных дорог широкой колеи. Технические условия. Взамен ГОСТ 78-89; введ. 01.01.2006. Минск, 2006. 8 с.
3. ГОСТ 33320-2015 Шпалы железобетонные для железных дорог. Введ. 01.03.2016. М. : Стандартинформ, 2016. 31 с.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК В УСЛОВИЯХ ЦИРКУМПОЛЯРНОГО РЕГИОНА

Е.В. Жмаков*

Научный руководитель И.В. Андруняк

кандидат технических наук, доцент

Научный консультант О.Г. Дубровская

кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Большие объемы водопотребления и водоотведения предприятиями теплоэнергетического промышленного комплекса диктуют необходимость снижения экологической нагрузки и реализации принципов ресурсосбережения на территориях со сложными природно-климатическими условиями. Целями исследования являются: устранение негативного техногенного воздействия на природную окружающую среду, повышение эффективности очистки производственных стоков и внедрение оборотного технического водопользования.

Сточные воды предприятий ТЭК образуются от трех основных источников: стоки обмывки теплосилового оборудования, технологической системы парообразования и хозяйственно-бытовые стоки. Наибольший объем – стоки смыва теплосилового оборудования. Основной задачей проекта является технологическое переоборудование существующей схемы очистки сточных вод ТЭК, которые не способны очищать сток до ПДК для оборотного водоснабжения, путём внедрения узла кавитационной обработки, ингибитора ВС-455 и следовательно, изменения расчетных параметров гидросооружений.

Основными гидротехническими сооружениями, предназначенными для накопления, охлаждения и частичной биоочистки сточных вод ТЭК, являются биопруды. Биопруды имеют ряд проблем: большие естественные уносы воды с площади открытого зеркала водоема, что приводит к большей концентрированности загрязнителей и снижению эффективности очистки. Помимо этого, требуется большой землеотвод (как под сами сооружения, так и под обязательные зоны санитарной охраны). Требуется постоянный контроль температурного режима работы биопрудов, а также мониторинг гидроизоляции дна.

Значительная проблема кондиционирования стока ТЭК, имеющего высокую температуру, – биополлютанты. При анализе схемы водоочистки было выявлено, что многие организмы наносят вред инженерным сооружениями, в частности *oscillatoria putrida*, которые объединяясь образуют слизистую пленку, мощные скопления на внутренних стенках сооружений. Интенсифицировать работу естественных очистных сооружений – биопрудов возможно внедрением предварительного узла кавитационной обработки. Такое техническое решение позволяет увеличить кислородонасыщение, перевести трудноокисляемые орга-

* © Жмаков Е.В., 2019

нические вещества в легкоокисляемые и, как следствие, повысить общую эффективность очистки. Суть гидродинамического воздействия может быть сведена к механизму перекombинации атомов молекул воды и последующей дезактивации клеток.

Таблица 1

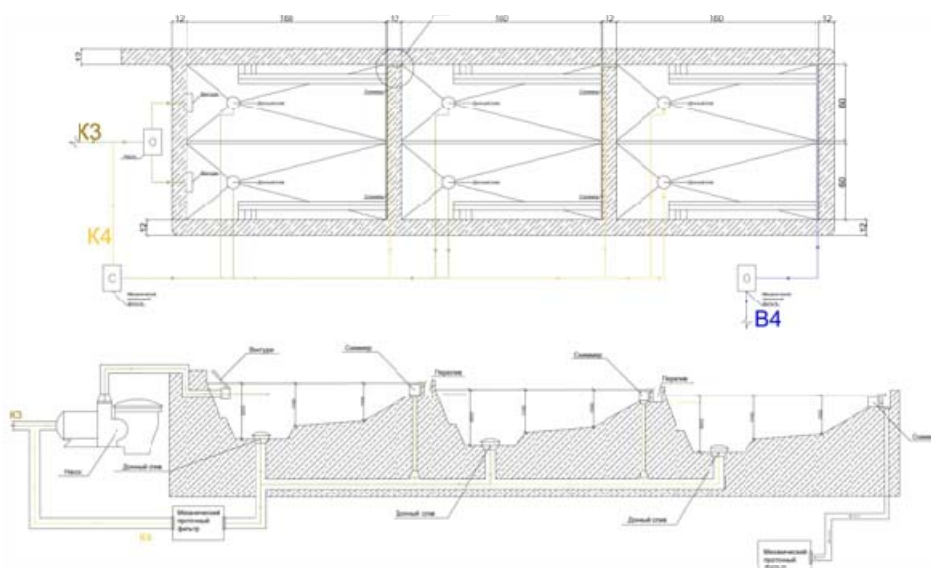
Анализа биополлютантов предприятия ТЭК

№ п/п	Классификационная принадлежность	Количество клеток в 1 000 мл
1	Stephanodiscus astraea	800
2	Oscillatoria putrida	1 090
3	Melozira granulate	654
4	Anabaena	2763
5	E-coli	727

Таблица 2

Анализ обработанной сточной воды на кавитационной установке при 6 000 об/мин 180 секунд

№ п/п	Классификационная принадлежность	Количество клеток в 1 000 мл
1	Stephanodiscus astraea	218
2	Oscillatoria putrida	145
3	Melozira granulate	75
4	Anabaena	291
5	E-coli	0



Рису. 1. План-схема биопруда на предприятии ТЭК до модернизации

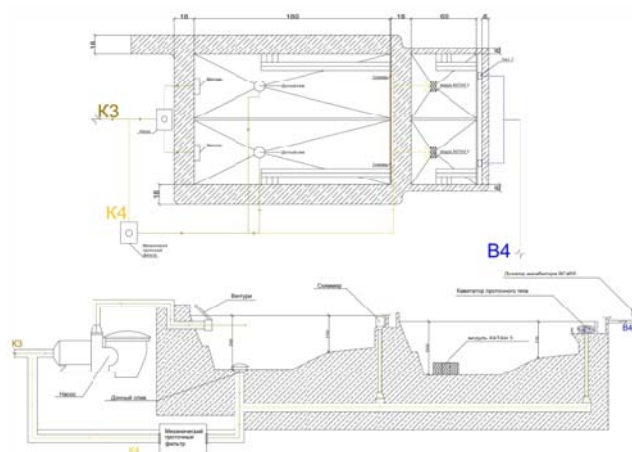


Рис. 2. Схема биопруда после модернизации

При внедрении комплексного технического решения полный цикл пребывания стока в биопрудах сократился с 10 до 4 суток, общая площадь гидросоружения уменьшилась на 28,5 тыс. м² а эффективность очистки увеличилась с 60 % до 86,5 %, с пролонгирующим эффектом 30 суток.

Стоимость внедрения рекомендованной схемы, с учетом прайс-листов производителей используемого оборудования, составляет 30 282,71 тыс. руб. Стоимость очистки 1 м³ промышленного стока – 83,4 руб./м³.

В ходе исследований предложены методы интенсификации очистки производственных сточных вод, рассчитаны конструктивно-эксплуатационные параметры оборудования и сооружений очистки стоков, образующихся в ходе эксплуатации угольных ТЭЖ. Исследованиями предусмотрено формирование оборотного технического водопользования. Данные технические решения позволяют достичь требуемого качества воды для повторного использования, значительно снизить эксплуатационные затраты предприятия, реализовать принципы энергоресурсосбережения и экологичности.

Список литературы

1. Гривцева О. А., Субботина Ю. М. Биологическая очистка сточных вод // Актуальные вопросы охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности : материалы студ. науч.-практ. конф. по результатам учебных и производственных практик. М. : Издательство РГСУ, 2009. С. 19–27.
2. Смирнова И. Р. Теоретическое обоснование, усовершенствование и разработка мероприятий, направленных на оптимизацию технологий естественной биологической очистки сточных вод с возможностью их использования на орошение и рыборазведение. М., 1997. 48 с.
3. Дубровская О. Г., Приймак Л. В., Андруняк И. В. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края : монография. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. 164 с.
4. Жмаков Е. В. Снижение экологических нагрузок на водные объекты северных территорий за счет интенсификации процессов очистки сточных вод

// Строительство и Архитектура – формирование среды жизнедеятельности. Ачинск, 2016. С. 137–140.

5. McLeod M. P., Eltis L. D. Genomic insights into the aerobic pathways for degradation of organic pollutants. Microbial degradation: genomics and molecular biology. In E. Diaz (ed). Caster Academic Press, Norfolk, United Kingdom. 2008. P.1-23.

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД В ВЫСОКОШИРОТНЫХ РЕГИОНАХ

А.В. Резанова*

Научный руководитель О.Г. Дубровская
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Качество очистки сточных вод на сегодняшний день является весьма актуальной проблемой для нашего края. Канализационные очистные сооружения, выполняющие барьерную природоохранную функцию и осуществляющие очистку сточных вод, в большинстве населённых пунктов эксплуатируются в течение 20–30 лет без проведения реконструкции и не обеспечивают необходимую степень очистки в соответствии с требованием действующего природоохранного законодательства.

Необходимо отметить, что в системы общесплавной канализации населённых пунктов поступают неочищенные сточные воды промышленных предприятий. При этом современные технологии промышленных производств способствуют появлению и увеличению в составе сточных вод городов и населённых пунктов края новых химических элементов и соединений, повсеместно образующих более «жёсткие» стоки, не поддающиеся очистке традиционными методами.

Недостаточно очищенные сточные воды могут представлять в ряде случаев не меньшую опасность, чем сбрасываемые без очистки. В числе причин сброса недостаточно очищенных сточных вод – разработка и внедрение малоэффективных, не отвечающих современному уровню развития канализационных и очистных сооружений; слабый производственный контроль; неудовлетворительная эксплуатация; не соответствующие по своей мощности объёму сброса сточных вод очистные сооружения.

Исходя из сказанного выше, мы можем сделать вывод о необходимости разработке новых и модернизации уже имеющихся сооружений полной биологической очистки малой производительности. Потому как в водные объекты края сбрасывается около 310 млн м³ неочищенных сточных вод, которые содержат более 185 тыс. т загрязняющих веществ, загрязняют водоемы, что приводит в том числе и к ухудшению качества питьевой воды.

Поэтому целью исследования, проводимого в инженерно-строительном институте, была минимизация негативного техногенного воздействия на природную окружающую среду путем снижения экологической нагрузки и реализации принципов ресурсосбережения на территории нашего края и улучшения качества жизни населения.

На сегодняшний день известны следующие эффективные методы интенсификации работы аэротенков. Во-первых, применение дополнительного ки-

* © Резанова А.В., 2019

слородонасыщения. Во-вторых, барботаж. В-третьих, использование в качестве подкормки для активного ила среды Тамия.

Эти методы были исследованы в лаборатории Инженерно-строительного института. Использовалась сточная вода с левобережных очистных сооружений города Красноярск. На рисунке представлены фотографии микроструктуры активного ила при использовании каждого метода.

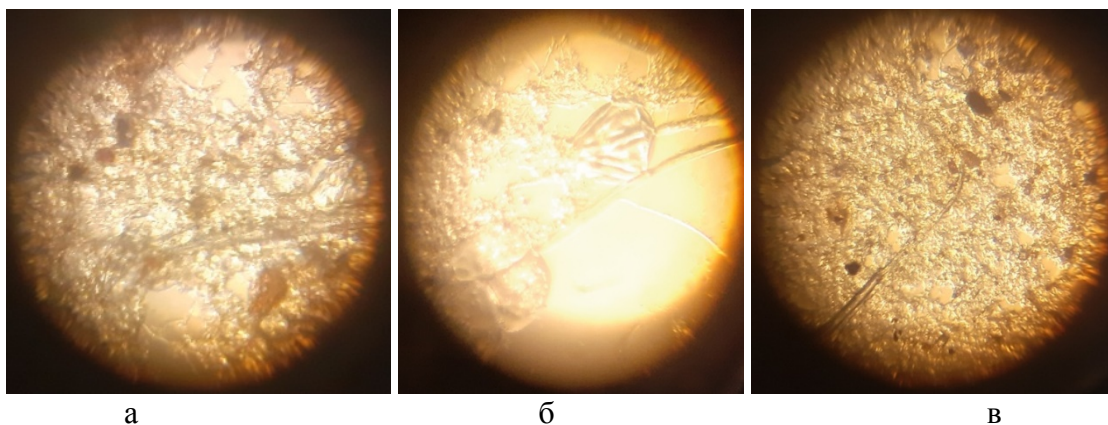


Рис. Микроструктура биоценоза активного ила: а – при барботировании; б – при дополнительном кислородонасыщении; в – при использовании среды Тамия

В ходе исследований самый лучший результат по иловому индексу был получен при использовании среды Тамия в качестве подкормки, а также мы наблюдаем наиболее полную микроструктуру биоценоза с наибольшим разнообразием видов микроорганизмов. Поэтому в связи с неравномерностью стока основной задачей является поддержание биоценоза, что как раз оптимально достигается с помощью подкормки средой Тамия.

Список литературы

1. Зайцева И. С., Зайцева Н. А., Воронина А. С. Методы интенсификации биологической очистки сточных вод в аэротенках // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 2. С. 90–91.
2. Белов С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (Техносферная безопасность). 2010.
3. Гогина Е. С., Кулаков А. А. Разработка технологии модернизации сооружений искусственной биологической очистки сточных вод. Вестник МГСУ. 2012. № 11.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

В.А. Рудских*

Научный руководитель О.Г. Дубровская
кандидат технических наук, доцент
Научный руководитель В.В. Пухова
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Изобретение новых теплоизоляционных материалов и технологий в условиях прогрессирующего удорожания энергетических ресурсов обусловлено политикой энергосбережения. При создании новых теплоизоляционных материалов основной задачей является обеспечение необходимого показателя сопротивления теплопередаче при минимальных производственных затратах.

Одним из наиболее перспективных видов сырья являются отходы деревообрабатывающих производств.

Цель работы – обоснование технологии производства теплоизоляционного материала из отходов деревообработки, а также расчет себестоимости производства 1 м³ указанного материала.

Экологизация производства обсуждалась и обсуждается в работах многих российских ученых и экспертов [1–3]. В рамках этого процесса разработано множество вариантов утилизации отходов с целью создания материалов с улучшенными характеристиками.

Например, создание опилкобетона [4]; гофркартонных плит [5]; композиционного материала из древесины мягких лиственных пород [6]; плитных материалов из сосны обыкновенной, лузги подсолнечника, оболочек овса посевного и гречихи [7].

В соответствии с технологической картой, разработанной авторами, технология производства теплоизоляционного материала из отходов деревообработки включает в себя следующие основные технологические процессы:

- 1) кавитационная обработка в сверхскоростной диспергационной установке;
- 2) выдерживание заготовок в комнатных условиях в течение суток;
- 3) горячее прессование.

Основным отличием предложенной технологии является применение кавитационной обработки в сверхскоростной диспергационной установке, что позволяет улучшить технические характеристики материала без введения в его состав сторонних веществ.

* © Рудских В.А., 2019

Сравнение конструктивных вариантов устройства стены

Конструкция стены	Толщина слоев, мм	Стоимость материалов на м ²		Стоимость с учетом монтажа, на м ²
1. Ветрозащита 2. ОСП плита 3. Минераловатные плиты 4. Пароизоляция 5. ОСП плита Несущие деревянные конструкции	– 12 200 12 – –	30 256 360 20 256 126	1 048	2 200
1. Кирпич 2. Керамзитовый гравий 3. Керамзитобетон	120 400 400	552 600 1 720	2 872	4 400
1. Ветрозащита 2. ОСП плита 3. Экструдированный пенополистирол 4. Пароизоляция 5. ОСП плита Несущие деревянные конструкции	– 12 150 – 12 –	30 256 638 20 256 90	2 922	4 450
Сплошная кладка из пенобетонных блоков	800	2200	2 200	3 400
1. Ветрозащита 2. ОСП плита 3. Эковата 4. Пароизоляция 5. ОСП плита Несущие деревянные конструкции	– 12 175 – 12 –	30 256 273 20 256 108	953	2 100
Сплошная кладка из арболитовых блоков	500	1 950	1 950	2 500
1. Ветрозащита 2. ОСП плита 3. Материал из отходов деревообработки 4. Пароизоляция 5. ОСП плита Несущие деревянные конструкции	– 12 165 – 12 –	30 256 223 20 256 108	893	2 000

Такая технология позволяет получить абсолютно экологичный и энергоэффективный материал, используя в качестве сырья повсеместно доступные ресурсы – опилки и воду.

Себестоимость предложенного теплоизоляционного материала составила 905,61 руб./м³.

Для обоснования экономической эффективности предложено сравнение предлагаемого материала с другими теплоизоляционными материалами. Рас-

сматривались следующие материалы: минераловатные плиты, керамзитовый гравий, плиты из экструдированного пенополистирола, пенобетонные блоки, эковата, арболитовые блоки.

Полученные результаты показали, что утепление стен предлагаемым материалом является наиболее экономически эффективным.

В число преимуществ данного материала входят:

- экономичность;
- экологичность;
- энергоэффективность;
- низкая ресурсопотребность;
- гидрофобность.

К недостаткам можно отнести:

- горючесть;
- низкую прочность.

Высокую степень горючести возможно снизить с помощью огнезащитных пропиток и защиты гофрированной фольгой, а низкая прочность не является серьезным недостатком для теплоизоляционного материала, не работающего под большими нагрузками.

Анализ экономической эффективности реализации настоящего проекта продемонстрировал, что при капитальных вложениях суммой 2,1 млн руб. дисконтированный срок окупаемости инвестиционного проекта составит менее 5 лет, внутренняя норма доходности – 19 %, а чистый дисконтированный доход – 614,4 тыс. руб. Показатели получены для горизонта расчета в 6 лет.

Также необходимо отметить, что в Государственной Думе рассматривается законопроект о внесении поправок в закон об обязательной утилизации древесных отходов. Срок его вступления в силу предварительно обозначен 2022 г. Данный закон предполагает обязательную переработку первичных отходов деревообрабатывающего производства. Таким образом, предложенная технология позволит предприятиям избежать административных наказаний, предусмотренным вышеупомянутым законом.

Проведенное исследование продемонстрировало, что при относительно небольших капитальных вложениях возможно уменьшить количество расходов, возникающих у предприятий деревопереработки в ходе мероприятий по утилизации отходов.

Список литературы

1. Игнатъев В. Н. Экологизация производства. Перспективы развития в 21 веке // Современные аспекты экономики. 2017. № 11. С. 18–21.
2. Абанина Е. Н., Попкова В. А. Экологизация производства в российской федерации: механизм реализации, опыт зарубежных стран // Евразийский юридический журнал. 2017. № 5(108). С. 288–291.
3. Малышева Т. В., Шинкевич А. И. Экономические аспекты экологизации промышленных производств // Вестник НГИЭИ. 2017. № 8(87). С. 129–141.

4. Чельшева И. Н., Плотников Н. П., Афанасьева Н. А. Совершенствование технологии получения древесных композиционных материалов // Лесной вестник. 2017. № 5. С. 75–82.

5. Лукаш А. А., Лукутцова Н. П. Гофрокартонная плита – эффективный теплоизоляционный материал // Строительные материалы. 2014. № 10. С. 24–27.

6. Шелепень М. В. Композиционные материалы из древесины мягких лиственных пород // Инновации в строительстве. 2017. Т. 1. С. 171–175.

7. Афаньков А. Н., Коньшин В. В., Беушева О. С., Вододохова М. В., Беушев А. А. Композиционные строительные материалы из отходов сельского хозяйства и деревообрабатывающей промышленности // Биотехнология и общество в XXI веке. 2015. С. 115–118.

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПУТЕМ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ ТЭПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Э.А. Эльдарзаде*

Научный руководитель О.Г. Дубровская
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Теплоэнергетическая промышленность занимает одно из первых мест не только по объемам производства, но и по объемам производственных отходов. К отходам ТЭК подвергаемые рециклингу можно отнести:

- отработанные масла, зола каменноугольная;
- шлак каменноугольный, нефтешлам;
- отходы угледобычи, углеобогащения, горелые породы, футеровки;
- сточные воды

Помимо данных отходов, большую долю занимают отходы угледобычи и последующего обогащения угля. В современных условиях целесообразно производственные отходы подвергать глубокой переработке и переходить на замкнутые циклы производства с технологиями рециклинга. Помимо отходов, предприятия ТЭК образуют в процессе производства тепловой и электрической энергии внушительный объем стоков.

Задачей данного исследовательского проекта является получение активных сорбционно-присадочных материалов широкого спектра действия путем переработки твердой фракции золошлака и глиежа [1–4].

Глиеж является «горелой» породой, образовавшейся в результате добычи каменного угля. Благодаря глинистым составляющим, было принято решение использовать данный отход в качестве сорбента. Сорбент, полученный лабораторным путем, был апробирован в Исследовательской лаборатории Инженерно-строительного института СФУ с целью изучения эффективности очистки промышленного нефтесодержащего стока. При различных типах активации определялись основные физико-химические параметры гранул сорбционного материала, а также исследовалась эффективность извлечения нефтепродуктов и ряда тяжелых металлов из сточной воды. Сорбент проявил стабильную активность к ряду металлов (Fe, Cd, Mn, Pb, Zn). Результаты исследования представлены в табл. 1. Сравнительный анализ эффективности сорбции представлен на диаграмме (рис. 1).

Следует отметить, что при максимальной дозе сорбента степень извлечения тяжелых металлов превышает 95 %

Еще одним важным преимуществом глиежа является высокая эффективность при низких температурах подаваемой на очистку воды.

* © Эльдарзаде Э.А., 2019

Характеристика сорбента

Показатель	Глиеж термокислотной активации	Глиеж модифицированный кавитационной обработкой с режимом 3 000 об/мин
Морфо-физические параметры	Гранулы свободной формы, размером 1,15–1,3 мм, цвет от белого до кремового	Гранулы свободной формы, размером 0,03–0,3 мм, цвет от белого до кремового
Сорбционная емкость (поглощающая способность) по меди, мг / г	17,52...25,6	15,79...26,7
Температура применения, °С	+4...+25	+4...+25
Степень извлечения тяжелых металлов	81,2 %	95,1 %
Cu	64 %	86,9 %
Fe	86,6 %	98,9 %
Pb	92,9 %	99,7 %
Максимальная доза сорбента	5...12,8 г/л	5...9,4 г/л
Доза выгружаемого сорбента	0,7 мг/л	0,68 мг/л
Расчетная высота сорбционной загрузки в адсорбере	В зависимости от диаметра (D) сорбционного фильтра 0,80...1,50 м	В зависимости от диаметра (D) сорбционного фильтра 0,45...0,60 м

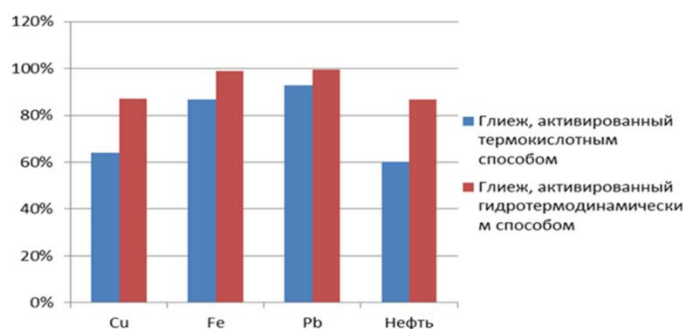


Рис. 1. Эффективность очистки промышленных сточных вод

Предлагаемым решением проблемы утилизации и переработки золошлака является технология высокотемпературного пиролизного вспенивания суспензии золошлака, предварительно обработанного кавитационным методом. При такой обработке химический и фазовый состав суспензии перекомбинируется в алюмопеносиликатные гранулы со стабилизированным составом на основе $Al(OH)_3$ гидроксида алюминия.

Данные гранулы имеют развитую активную поверхность, а соответственно могут применены в качестве сорбционных загрузок и активных присадок как при очистке воды, так и при снижения количества газообразных выбросов при сжигании низкокалорийных углей.

В лаборатории был получен ряд алюмопеносиликатов, позволяющий использовать селективность той или иной фракции для решения конкретной задачи. В качестве сорбента был проведен анализ извлечений нефтепродуктов из сточной воды модификацией lev-14.

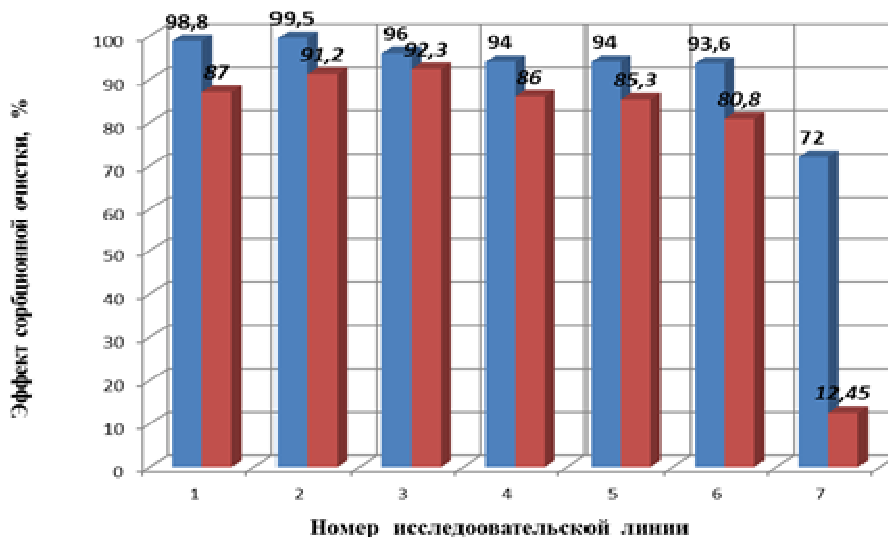


Рис. 2. Эффективность сорбционной очистки

Помимо этого, модификация lev-14 была применена в качестве присадки при сжигании низкокалорийных углей. Основным преимуществом данной присадки является высокая (порядка 88,5 %) адсорбционная способность к извлечению оксида азота, а также способность водопоглощения, позволяющая снизить общую влажность золошлака и выбросов.

Таблица 2

Адсорбционная способность

Наименование	Масса на фильтре, г	Адсорбционная способность, %
Уголь	124,82	–
Уголь+алюмопеносиликат	11,52	88,5

Таким образом в данном проекте решена проблема утилизации путем рециклинга двух твердых отходов ТЭК – глиежа и золошлака. А с целью компоновки замкнутого цикла производства тепловой электрической энергии имеет смысл рассмотреть системы оборотного водопользования.

Данные технические решения позволяют достичь требуемого качества воды для повторного использования, значительно снизить эксплуатационные затраты предприятия, реализовать принципы энергоресурсосбережения и экологичности.

Список литературы

1. Дубровская О. Г., Приймак Л. В., Андруняк И. В. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края : монография. Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. 164 с.

2. Дубровская О. Г., Евстигнеев В. В., Кулагин В. А. Кондиционирование сточных вод энергетических систем и комплексов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 4). P. 665–675.

3. Эльдарзаде Э. А. Использование очищенного промышленного и ливневого стока, как альтернативного источника водопользования предприятия // Строительство и Архитектура – формирование среды жизнедеятельности. Ачинск, 2016. С. 122–123.

4. Эльдарзаде Э. А. Разработка замкнутых систем водоочистки предприятий нефтегазодобычи как основа экологической безопасности региона // Современное состояние науки и техники. Сочи, 2017. С. 73–79.

Электроника, радиотехника и системы связи

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОГНУТОЙ ДИПОЛЬНОЙ АНТЕННЫ НА ОСНОВЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ЛИНИЙ

Д.С. Володский*

Научный руководитель В.С. Панько
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Симметричный электрический вибратор с прямолинейными плечами имеет симметричную форму диаграммы направленности (ДН) и невысокие значения коэффициента направленного действия (КНД). В работах [1, 2] описаны вибраторы изогнутой формы, длина «плеча» которых соответствует $0,75\lambda$ [3]. Изменение формы вибраторов позволяет добиться более высоких значений КНД. В данной работе проведен поиск различных вариантов формы изогнутых вибраторов с помощью алгоритмов автоматической оптимизации. Целью является достижение максимальной ширины полосы частот по уровню $S_{11} < -20$ дБ и максимального значения КНД.

Для решения данной задачи в программе CST STUDIO SUITE на подложке размером $a = b = 198$ мм из материала Rogers4003 с диэлектрической проницаемостью 3,55 была создана модель симметричного вибратора (рис. 1). Плечи вибратора длиной $l = 90$ мм поделены на три равные части, координаты точек перегиба:

$$x_n = \sqrt{(l/3)^2 - y_n^2}.$$

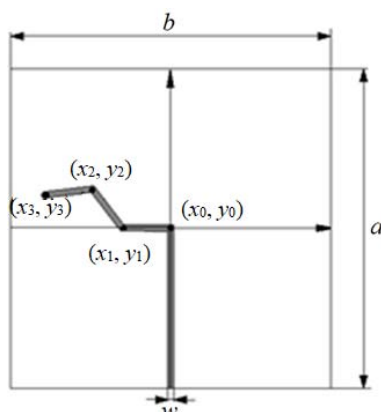


Рис. 1. Чертеж антенны: $a = b = 198$ мм;
 $w = 4$ мм, толщина подложки = 2 мм; $h = 0,2$ мм

В качестве исходных параметров установлено $y_n = 0$, что дает симметричный диполь с прямолинейными плечами.

* © Володский Д.С., 2019

Далее была произведена оптимизация различными алгоритмами с целью поиска оптимальных значений x_n, y_n .

Значения ширины полосы частот, максимального значения КНД и ширины ДН представлены в таблице.

Таблица

Значения после оптимизации

Тип оптимизации	КНД, дБи	Ширина ДН, градусы	Δf
1. Classic Powell	7,41	37,5	2.045–2.085 (1,94 %)
2. Trust Region	5,72	34,1	Не достигло –20 дБ
3. Simplex Algorithm	6,36	37,9	2,07–2,12 (2,39 %)
4. Evolution Strategy	6,82	39,0	2,032
5. Particle Swarm	6,52	38,7	Не достигло –20 дБ
6. Quasi Newton	7,18	37,7	2,037–2,06 (1,12 %)

На рис. 2 представлены графики ДН в полярной системе координат и вид модели для каждого метода оптимизации.

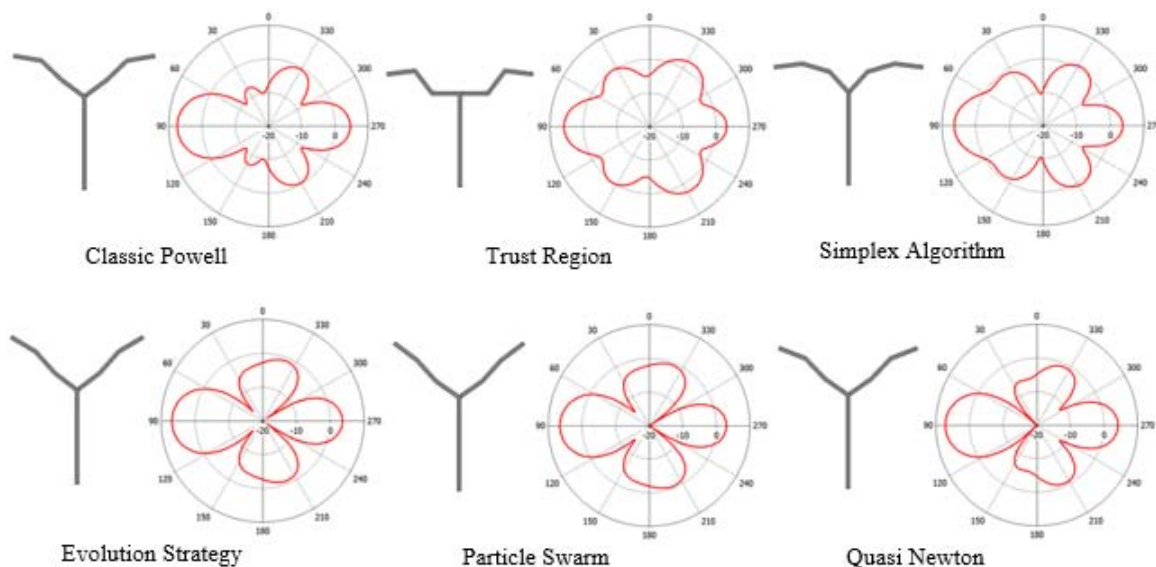


Рис. 2. Графические результаты оптимизации

Наилучшие результаты были получены с помощью метода оптимизации Classic Powell. Для улучшения показателей, была проведена оптимизация этим методом для антенны тех же размеров, но для пяти и тридцати точек перегиба.

Графики ДН в полярной системе координат, графики коэффициента отражения и вид модели представлены на рис. 3.

Как показали результаты исследования, наиболее подходящим методом оптимизации оказался Classic Powell. В данной статье были рассмотрены три варианта модели с разным количеством точек перегиба: для трех (КНД = 7,41

дБи, $f = 1,94 \%$), для пяти (КНД = 7,42 дБи, $\Delta f = 2,35 \%$), для тридцати (КНД = 7,23 дБи, $\Delta f = 3,02 \%$). Как видно из результатов, количество точек перегиба влияет на характеристики модели как в положительную, так и в отрицательную сторону.

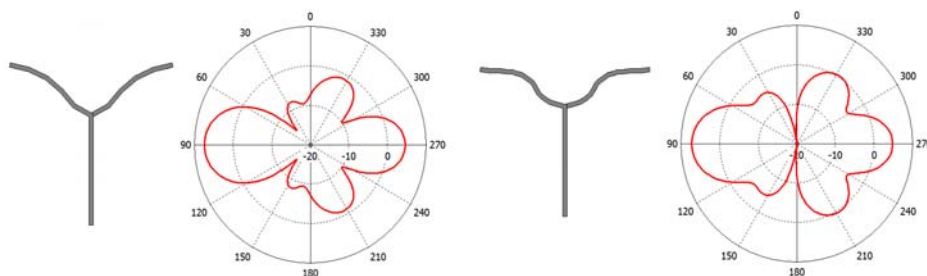


Рис. 3. Объемная ДН и чертеж антенны для пяти (слева) и тридцати (справа) точек перегиба соответственно; КНД = 7,42 дБи, $\Delta f = 2,35 \%$ для левого и КНД = 7,23 дБи, $\Delta f = 3,02 \%$ для правого соответственно

В дальнейших исследованиях предполагается найти оптимальное количество точек перегиба, а также рассматривается возможность добавление рефлектора к получившейся модели.

Список литературы

1. Páez C. I. Design and evaluation of curved dipoles antennas optimum // IEEE Latin America Transactions. V. 7. № .6, DECEMBER 2009. Pp. 613–619.
2. Kataja J. On shape optimization of wire dipole antennas // IEEE URSI International Symposium on Electromagnetic Theory. 2010. Pp. 269–271.
3. Shekhar Taimoor Khan, Abhishek Singhal, Santosh Prasad Singh, Study and Analysis of Wire Antenna using Integral Equations // A MATLAB Approach, IEEE International Conference on Micro-Electronics and Telecommunication Engineering. 2016. Pp. 93–98.

**РАЗРАБОТКА БЕЗГИРОСКОПНОГО ИНЕРЦИАЛЬНОГО
ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО МОДУЛЯ
ДЛЯ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ**

Д.Е. Гончаров*

Научный руководитель П.С. Маринушкин
кандидат технических наук

Сибирский федеральный университет

Основой современных инерциальных навигационных систем являются инерциальные измерительные модули (ИИМ), представляющие собой комбинацию датчиков ускорения и угловой скорости [1–3]. В настоящее время для «тактических» и «стратегических» применений используются традиционные макромасштабные измерители, благодаря их очень высокой точности и низкому дрейфу. Их недостатком являются большие массогабаритные показатели и энергопотребление. Недавние достижения в технологии микроэлектромеханических систем (МЭМС) вместе с интеллектуальными алгоритмами комплексирования данных открыли новые перспективы развития инерциальных навигационных систем.

ИИМ на основе МЭМС предлагают очевидные преимущества по сравнению с их традиционными альтернативами – меньшая занимаемая площадь/вес и экономия энергии. Но из-за дефицита производительности, присущего существующим МЭМС-гироскопам, создание высокоточных ИИМ представляет весьма сложной задачей.

Возможным подходом, представляющим интерес в контексте решения данной проблемы, является разработка и внедрение «безгироскопных» ИИМ [1]. Такая стратегия в основном предполагает использование нескольких определенным образом расположенных акселерометров. Было обнаружено, что точность такого подхода в значительной степени зависит от точного позиционирования акселерометров в 2D- или 3D-пространстве и точности МЭМС-устройств. Теперь, когда прогрессивно развиваются более точные МЭМС-акселерометры, безгироскопный подход представляет собой перспективное решение для ИИМ на основе МЭМС технологий.

Безгироскопный ИИМ (БИИМ) представляет собой специальный массив акселерометров, в котором их местоположение и ориентация выбираются так, чтобы угловые и линейные движения можно было разделить и вычислить отдельно. МЭМС-гироскопы, помимо их более высоких затрат, менее надежны, чем МЭМС-акселерометры, из-за их более сложной внутренней структуры. Дрейф у МЭМС акселерометров обычно меньше, чем у МЭМС гироскопов. В целом акселерометры более надежны, дешевле и требуют меньшей энергии, чем датчики угловой скорости.

* © Гончаров Д.Е., 2019

На рис. 1 показана одна из возможных пространственных схем БИИМ с расположением датчиков на кубическом каркасе. Центр их пересечения обозначен буквой O . Датчики пронумерованы.

Для реализации этой системы на МЭМС акселерометрах была использована плата *STM32F4DISCOVERY*, модули трех осевых МЭМС акселерометров на базе чипа *ADXL345*, модуль трех осевых гироскопа и акселерометра *MPU5060*. Для передачи данных используется Bluetooth-модуль.

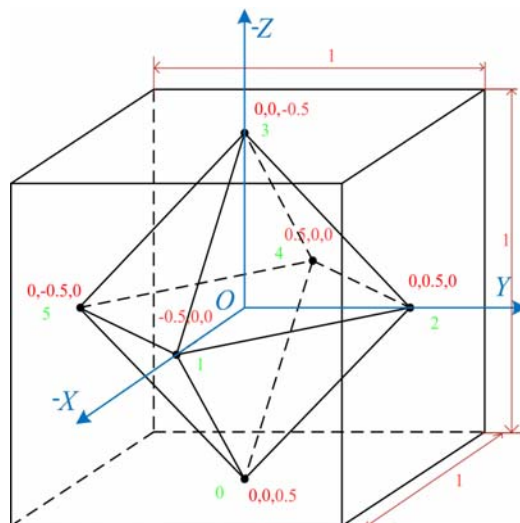


Рис. 1. Симметричная пространственная схема БИИМ с шестью акселерометрами, попарно разнесенными на определенное расстояние вдоль осей измерительной системы координат таким образом, что оси их чувствительности соосны осям измерительной системы координат

Структурная схема предлагаемого устройства представлена на рис. 2. Основной устройством является микроконтроллер, выполняющий задачу опроса акселерометров и гироскопа, с последующим расчетом требуемых величин в которой происходит съем инерциальной информации, а также задачу передачи результатов измерений на персональный компьютер для последующей обработки.

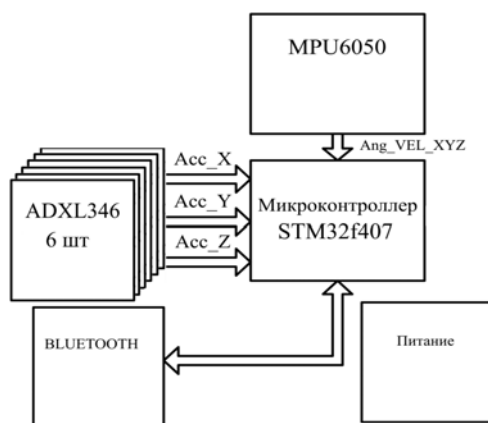


Рис. 2. Структурная схема модуля

Макет устройства (рис. 3) выполнен в виде куба в центре граней которого располагаются шесть акселерометров, образуя тем самым правильный октаэдр. Также внутри куба размещены плата с микроконтроллером, Bluetooth-модуль и элементы питания. Расчетное расстояние между центром каждого датчика составляет около 100 мм, а измеренная длина стороны куба рамы – 100 мм.

Написанное на языке C алгоритмическое обеспечение для микроконтроллера *stm32f4xx* выполняет опрос акселерометров *ADXL345*, гироскопа *MPU6050* и на основе полученных ускорений, вычисляет векторы углового ускорения, угловой скорости и усредненного линейного ускорения всех 6 сенсоров. Далее все данные отправляются в *COM*-порт компьютера.

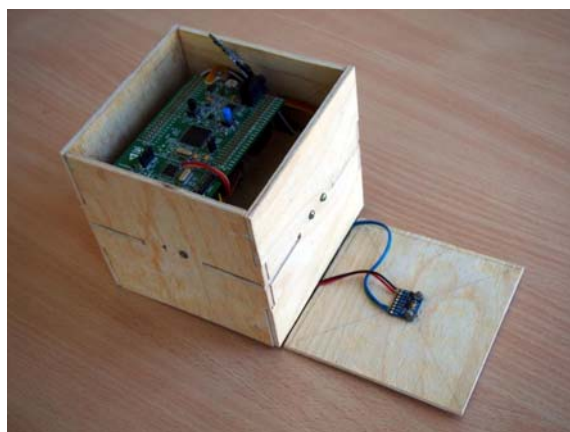


Рис. 3. Макет безгироскопного ИИМ

В результате предварительных экспериментов были получены данные о угловом ускорении при вращении модуля, лежащего на столе (рис. 4).

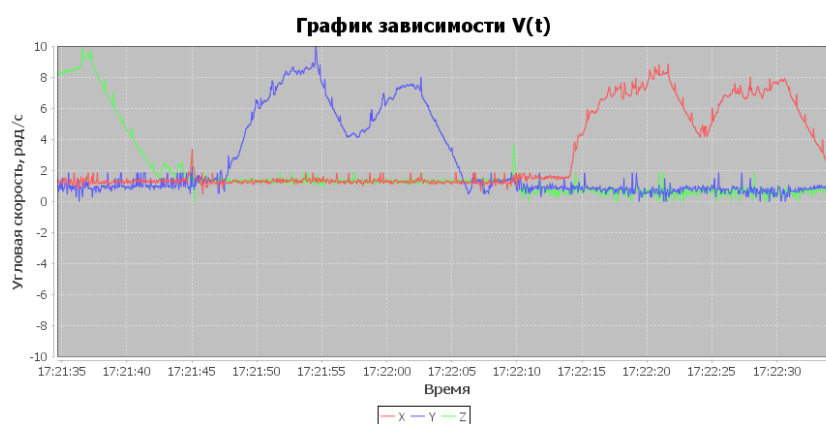


Рис. 4. Графики угловой скорости вращении куба пальцем

В ходе проделанной работы были разработаны архитектура и макет безгироскопного инерциального измерительного модуля на базе линейных МЭМС-акселерометров, обеспечивающие возможность измерения трех компонент линейного и углового ускорений, а также угловой скорости движения объекта установки. Программное обеспечение для макета безгироскопного инерци-

ального измерительного модуля реализовано в виде программного кода микроконтроллера, обеспечивающее вычисление угловой скорости движения объекта и отправки измерительных данных (линейное ускорение, угловая скорость) по беспроводному стандарту Bluetooth на персональный компьютер. Работоспособность предложенных решений продемонстрирована в ходе экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Chatterjee G., Latorre L., Maily F., Nouet P., Hachelef N., Oudea C. Smart-MEMS based inertial measurement units: gyro-free approach to improve the grade // *Microsystem Technologies*. 2017. V. 23. I. 9. Pp. 3969–3978.
2. Hanson R. Using multiple MEMS IMUs to form a distributed inertial measurement unit / MS Thesis, Air Force Institute of Technology, Dayton, OH, USA, 2005.
3. INS/GPS/Magneto Navigation System and Air Data Sensor Built from Parallax Components [Электронный ресурс] / ccessnapilot. 2010. URL: <https://forums.parallax.com/discussion/download/70570&d=1274649247>.

НОВЫЙ СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКООМНЫХ СЛОЕВ НА ПЛАСТИНЕ n-Si(100) ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОНОЛИТНОГО КАРКАСА МИКРОТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА

Р.Ю. Казанцев*

Научный руководитель В.А. Юзова
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Среди топливных элементов (ТЭ) особое место занимают микротопливные элементы (МТЭ), которые работают в диапазоне сравнительно малых мощностей: от 1 Вт и менее до десятков ватт. Ключевым узлом МТЭ является блок, состоящий из трех основных частей: анода, катода и проводящей протоны мембраны между ними. Между электродами и мембраной наносят катализатор, усиливающий процессы окисления топлива на электродах. Катализаторами служат чаще всего благородные металлы. Сборка такого блока представляет собой сложную задачу и плохо сочетается с микротехнологиями. Поэтому в последнее время разрабатывается идея создания монолитного каркаса мембрано-электродного блока (МЭБ) на пористом кремнии. Идея заключается в формировании на кремниевой пластине монолитного каркаса, состоящего из трех областей, обладающих различной пористостью (рис. 1, а). Крайние макропористые области предназначены для газотранспорта и играют роль электродов. На основе средней очень пористой области выполняется проводящая протоны мембрана и происходит электрическое разделение электродов. Следовательно, средняя область должна иметь высокое удельное сопротивление.



Рис. 1. Трехслойные структуры пористого кремния на монокристаллической пластине: 1 – макропористый кремний с пористостью Π_1 ; 2 – пористый кремний с пористостью Π_2 , причем $\Pi_2 > \Pi_1$

* © Казанцев Р.Ю., 2019

Такая структура получена в [1] фотоэлектрическим травлением кремния при подсветке обратной стороны и изменяющихся технологических режимах. Для получения сквозной пористой структуры монокристаллический кремний удалялся механическим шлифованием или химическим травлением.

Более совершенной в технологическом исполнении является конструкция монолитного МЭБ, представленная на рис. 1, б. В ней исключены процессы шлифования и химического травления монокристаллического слоя [2].

Трехслойную структуру формировали на полированной с обеих сторон пластине монокристаллического кремния (100) толщиной 500 мкм (n-тип, $\rho = 8\text{--}10 \text{ Ом}\cdot\text{см}$) в два этапа:

– в водном растворе плавиковой кислоты ($\text{H}_2\text{O}:\text{HF} = 1 : 1$) в течение 140 мин при плотности тока $40 \text{ мА}/\text{см}^2$;

– в водно-спиртовом растворе плавиковой кислоты ($\text{H}_2\text{O}:\text{HF}:\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} = 1:1:1$) в течение 30 мин при плотности тока $10 \text{ мА}/\text{см}^2$.

Однако, слой с пористостью Π_2 обладал высокой электронной проводимостью, так как согласно [3] в кремнии n-Si(100) легко получить макропористые слои, играющие роль хороших электродов, и практически очень сложно сформировать пористый слой с высоким электросопротивлением, необходимым для электрического разделения электродов.

Целью данной статьи является сообщение о методе получения протон-проводящего пористого слоя, электрически разделяющего электроды в монолитной конструкции мембрано-электродного блока МТЭ.

При реализации метода мы руководствовались исследованиями [4], в которых автор утверждает, что при получении в кремнии сети мелких пор с малым расстоянием между ними и перекрывающимися обедненными областями вокруг пор удельное сопротивление пористого кремния резко возрастает до $10^6 \text{ Ом}\cdot\text{см}$. За основу технологии было взято двухэтапное травление [2]. Диаметр пор остался прежним, но расстояние между порами нам удалось уменьшить за счет увеличения в два раза времени травления на втором этапе. Благодаря этому в середине кремниевой пластины пористые слои слева и справа перекрывали друг друга, как это показано на модели рис. 2, а, и создавался слой толщиной 5–10 мкм со значительно большей пористостью (рис. 2, б) и, следовательно, с большим удельным сопротивлением.

В дальнейшем была сделана попытка нанесения металлов вглубь пор, чтобы убедиться в возможности осаждения катализатора на поверхность электродов и мембраны. В качестве модельных материалов были выбраны никель и иридий. Результаты представлены на рис. 3, а и рис. 3, б.

Из рис. 3, а видно, что поверхность макропористого кремния покрыта металлической пленкой, которая не закрывает поры. На пленке никеля четко просматриваются мелкие вкрапления иридия. Следует отметить, что для формирования слоя катализатора не требуется сплошной пленки из иридия. Достаточно мелких частиц катализатора на поверхности анода и катода.

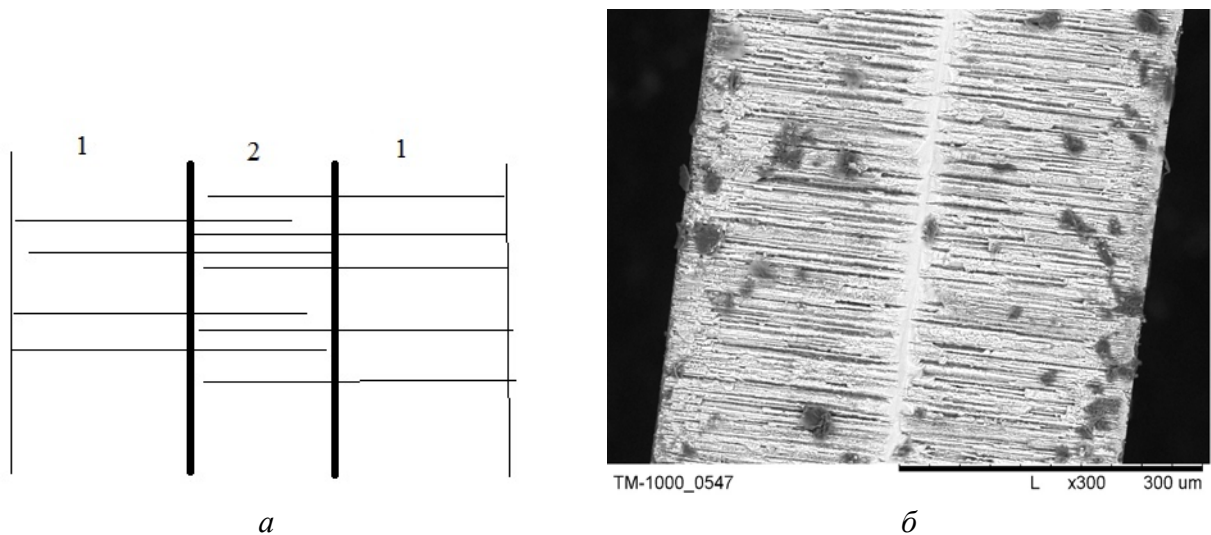


Рис. 2. Структуры с перекрывающимися слоями:
a – модель; *б* – экспериментальный образец
 (1 – макропористые слои, 2 – перекрывающиеся слои)

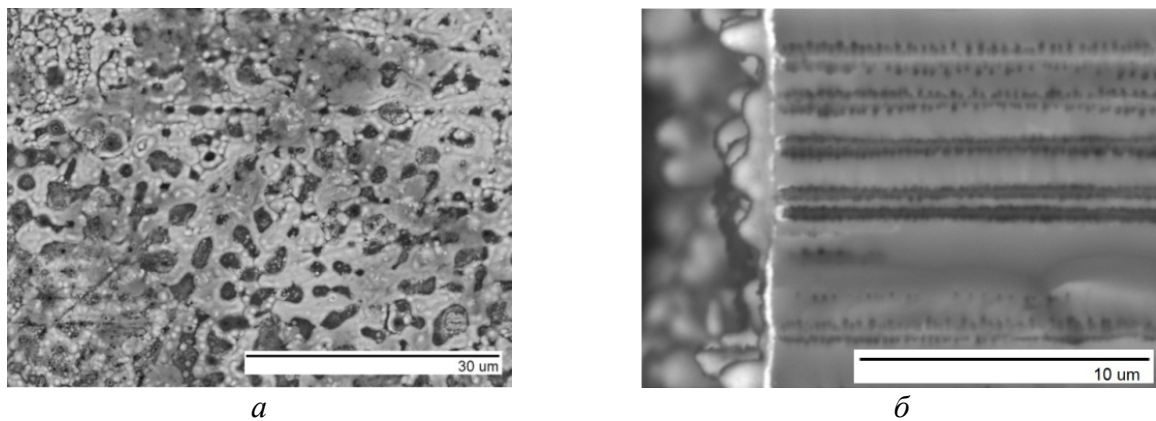


Рис. 3. Микрофотографии поверхности (*a*) и скола (*б*) металлизированного никелем и иридием макропористого кремния

Рис. 3, *б* демонстрирует магистральные поры, у которых перпендикулярные боковые ответвления практически закрыты осажденными металлами, а на поверхности присутствует пористая металлическая пленка.

Таким образом, есть основание надеяться, что разработанный способ получения высокоомных пористых кремниевых слоев, электрически разделяющих анод и катод, и возможность глубокого осаждения металлов в пористую структуру позволит создавать монолитный каркас кремниевых микротопливных элементов.

Список литературы

1. Астрова Е. В., Нечитайлов А. А., Забродский А. Г. Кремниевые технологии для микротопливных элементов // Альтернативная энергетика и экология. 2007. № 2. С. 60–65.
2. Юзова В. А., Меркушев Ф. Ф., Семенова О. В. Монолитный мембранно-электродный блок на кремнии для микротопливного элемента // Письма в ЖТФ. 2017. Т. 43. Вып. 16. С. 79–86.
3. Преображенский Н. Е., Астрова Е. В., Павлов С. И., Воронков В. Б., Румянцев А. М., Жданов В. В. Аноды для литий-ионных аккумуляторов на основе p-Si с самоорганизующимися макропорами // Физика и техника полупроводников. 2017. Т. 51. Вып. 1. С. 79–88.
4. Зимин С. П. Классификация электрических свойств пористого кремния // Физика и техника полупроводников. 2000. Т. 34. Вып. 3. С. 359–363.

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ В СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА

Е.Р. Калабухов, Е.С. Калабухова*

Научный руководитель К.Э. Гаипов
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день появление новых информационных сервисов, увеличение потоков информации и эффективное использование пропускной способности каналов связи актуализируют и усложняют решение задач по обеспечению показателей QoS (Quality of Service), проектированию и управлению сетями передачи данных.

Традиционно расчет параметров сетей производится методами теории графов, теории телетрафика и теории массового обслуживания. Как правило, сеть представляют в виде ориентированного графа, что связано прежде всего с тем, что при передаче данных необходимо учитывать направления трафика по каналу связи, а также логические топологии, формируемые протоколами канального и сетевого уровня, часто являются однонаправленными и, в-третьих, необходимо учитывать асимметрию трафика в прямом и обратном направлении в дуплексном канале связи [1]. Поэтому возникает необходимость в применении инвариантного метода к анализу сложных систем обработки информации, в качестве которого в [1, 2] применен аппарат тензорного анализа, позволяющий формализовать процедуру описания математической модели сети массового обслуживания на основе матричной алгебры.

Так как требуется управлять обработкой множества информационных потоков с QoS для каждого типа потока в большом количестве систем, составляющих систему обработки информации, то решение задачи управления трафиком в таких системах значительно усложняется. Инвариантные методы анализа (с применением аппарата тензорного анализа) позволяют решить задачу оптимального распределения трафика, обеспечивая минимизацию суммарного времени обработки. Однако при увеличении числа узлов сети и увеличении количества потоков эффективность применения этих методов может быть нивелирована в связи с затраченным временем на проведение оптимизации. Таким образом, не исключена ситуация, когда рассчитанные значения потоков трафика на каналах связи окажутся неактуальными, то есть «устаревшими», в связи с высокой динамикой изменения структуры топологии сети. Перспективу для решения данной проблемы открывает применение нейронных сетей (НС) для решения задачи аппроксимации функции управления трафиком. В целом решается задача глобальной оптимизации распределения трафика по критерию ми-

* © Калабухов Е.Р., Калабухова Е.С., 2019

нимального времени задержки или минимального суммарного числа находящихся пакетов на обслуживании.

В данной работе предложен подход, согласно которому проводится обучение НС, где обучающая пара состоит из входного массива данных – матрица запросов D (элементы матрицы определяют интенсивность трафика, следующего от каждого приемника i к каждому источнику j), а также из выходного массива данных – вектор распределения потоков в каналах связи. Матрице запросов D соответствует вектор потоков, рассчитанный по контурному методу анализа (является инвариантным методом анализа распределенных систем обработки информации). Особенность подхода заключается в минимуме данных для обучения НС, то есть достаточно определить матрицу D . Практическая реализация сбора служебной информации для формирования матрицы запросов подразумевается по протоколу NetFlow.

Ниже представлена исследуемая топология сети (рис. 1). Для получения обучающей выборки сгенерировано 6 000 матриц запросов. В результате вычислений по контурному методу анализа в качестве выходного массива данных получено 6 000 векторов – распределение потоков в каналах связи. Обучение проводилось на основе метода обратного распространения ошибки с использованием Байесовской регуляризации. Время обучения составило 5 ч 23 минуты.

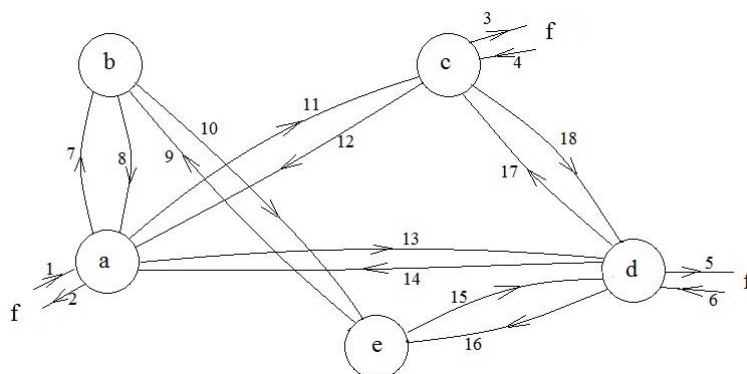


Рис. 1. Исследуемая топология сети

Результат обучения НС в виде графиков регрессии (рис. 2). Ниже приведен график зависимости среднеквадратического отклонения (СКО) (рис. 3) от итерации обучения для двух подмножеств данных. На тестовом наборе данных, используя встроенную функцию Matlab «tic toc», проведена оценка времени работы программы.

Структура НС, состоящая из входного, одного скрытого слоя и выходного слоя, показала свою пригодность для решения задачи оптимального распределения трафика в сети передачи данных. СКО составляет менее 1 % от значений, рассчитанных по контурному методу анализа, для решения задачи оптимального распределения трафика с помощью нейросетевого подхода.

Время вычисления распределения потоков для исследуемой топологии сети с помощью контурного метода анализа составило 2,3212 с. Время вычис-

ления распределения потоков с применением нейросетевого подхода – 0,0159 с, то есть реагирование на изменения структуры сети передачи данных теоретически уменьшено в 10^2 раз.

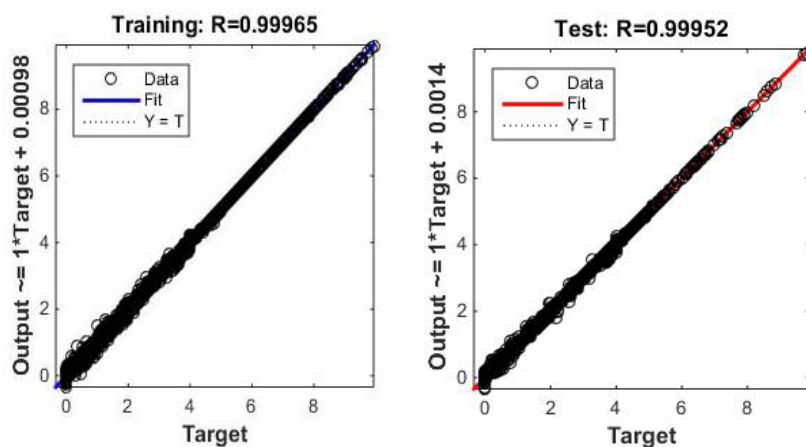


Рис. 2. Графики регрессии (тренировочный набор данных обозначен синим цветом, тестовый набор данных – красным)

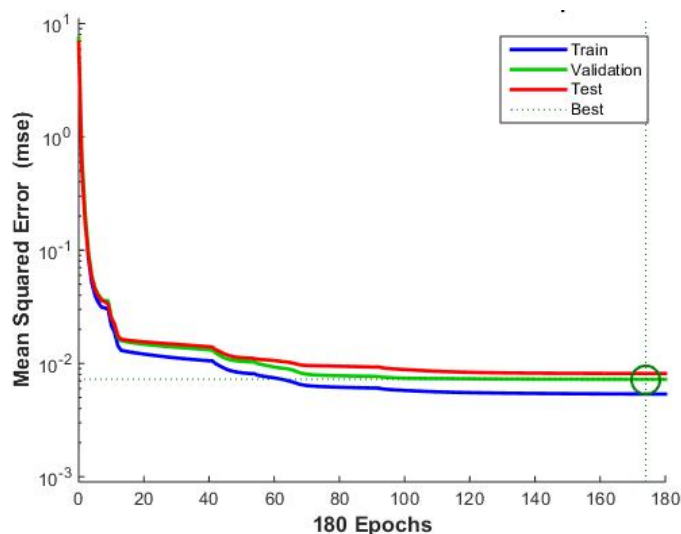


Рис. 3. График зависимости СКО от итерации обучения (тренировочный набор данных обозначен синим цветом, валидационный – зеленым, тестовый – красным)

Таким образом, в работе проведена оценка времени вычислений при решении задачи оптимального распределения трафика с применением контурного метода анализа и с применением нейросетевого подхода. В результате чего применение НС позволяет минимизировать время задержки пакетов, находящихся в распределенной системе обработки информации. Перспектива дальнейших исследований состоит в проведении вычислительных экспериментов по уменьшению размерности обучающей выборки, анализе входных данных и в определении нейросетевой модели управления трафиком.

Список литературы

1. Гаипов К. Э. Инвариантные методы анализа трафика в распределенных системах обработки информации : дис. ... канд. техн. наук. : 05.13.01 / Гаипов Константин Эдуардович. Красноярск, 2013. 160 с.
2. Петров М. Н. Вероятностно-временные характеристики в сетях и системах передачи интегральной информации. Красноярск : КГТУ, 1997. 220 с.

ИММЕРСИОННОЕ ЗОЛОЧЕНИЕ ПО ЗАЩИТНОЙ ПАЯЛЬНОЙ МАСКЕ

Д.А. Кольцов*

Научный руководитель Н.П. Томилина
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Производство печатных плат с иммерсионным золочением [1] далеко не новая технология. Она широко используется во всем мире. Прогресс не стоит на месте, а золото не дешевеет, поэтому был придуман способ покрытия иммерсионным золотом по защитной паяльной маске только необходимых участков, взамен всей платы, что заметно снижает расход этого драгоценного металла, а также стоимость. Однако не все так гладко: с отработкой нового технологического процесса возникают некие трудности, в частности, отслоение защитной паяльной маски от слоя меди и подмывание никелем и золотом зон под маской (рис. 1).

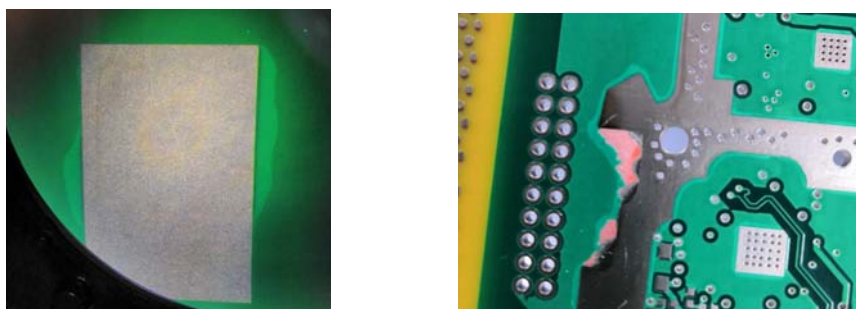


Рис. 1. Подмывание никеля под маску

Предполагая, что корень данной проблемы в подготовке поверхности меди перед нанесением защитной паяльной маски, было выбрано четыре образца для проведения различной подготовки поверхности:

- первый образец – обезжиривание поверхности → двойная промывка под проточной водой → декапирование в серной кислоте → промывка под проточной водой;
- второй образец – использование щеточной машины типа Brushwasher → промывка под проточной водой;
- третий образец – очистка суспензией пемзы → промывка под проточной водой;
- четвертый образец – кислая очистка Acid Cleaner 7320 → двойная промывка в воде → микротравление Microetch 7227 S → двойная промывка в воде.

Как показано на рис. 2, структура и поверхность меди довольно сильно различается после очистки различными способами.

* © Кольцов Д.А., 2019

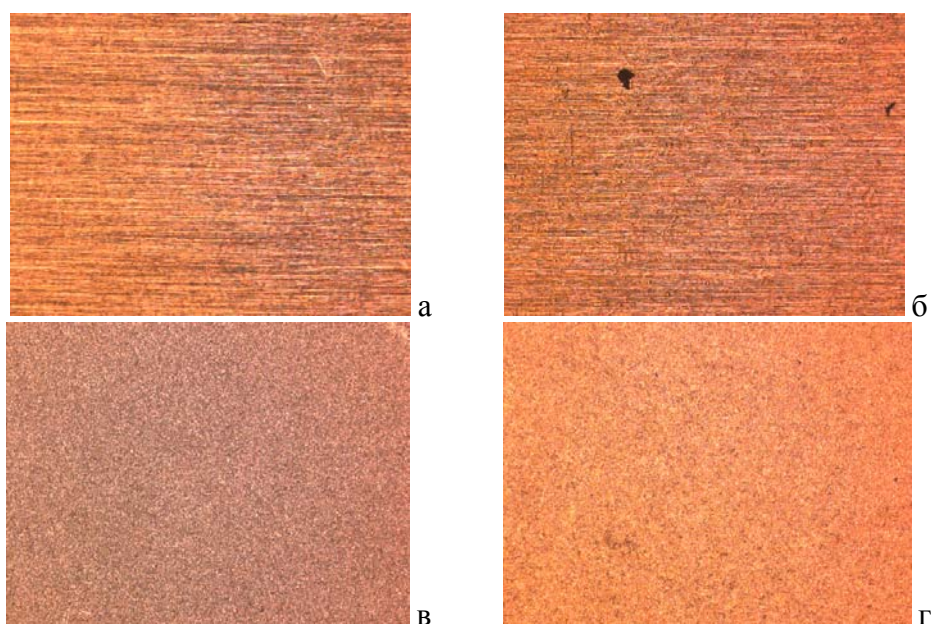


Рис. 2. Образцы после обработки: а – первый; б – второй; в – третий; г – четвертый (пояснения в тексте)

Далее приступим к нанесению защитной паяльной маски IMAGECURE XV501T-4 [2] ракелем (рис. 3). Все рекомендации производителя маски к смешиванию, нанесению, предварительной сушке, экспонированию, проявлению и отверждению (окончательной сушке) соблюдены.

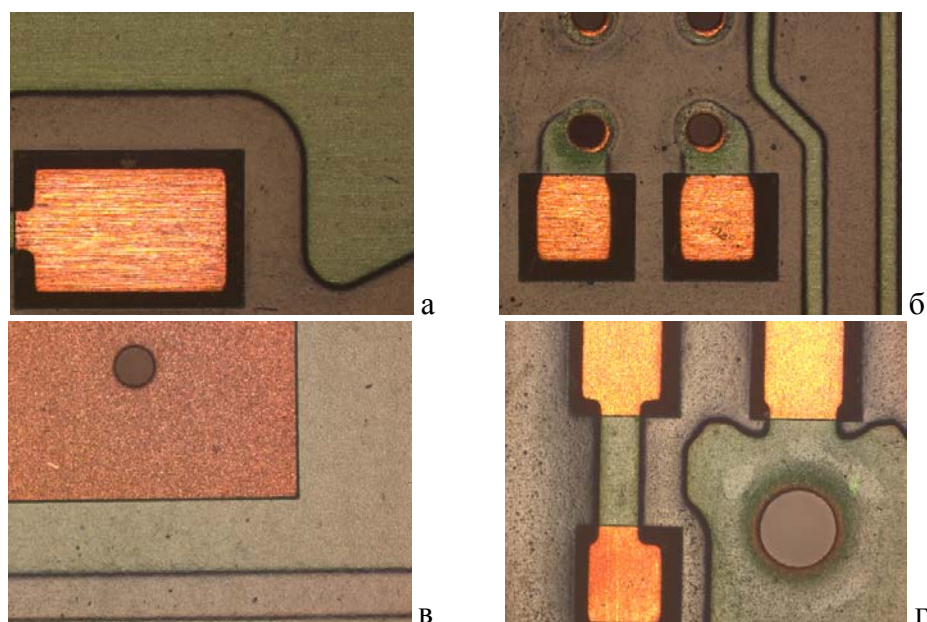


Рис. 3. Защитная паяльная маска после окончательной сушки. Образцы: а – первый; б – второй; в – третий; г – четвертый (пояснения в тексте)

И, наконец, приступаем к химическому никелированию составом КЕМ Ni 6000 и иммерсионному золочению составом КЕМ Au 3000 (рис. 4).

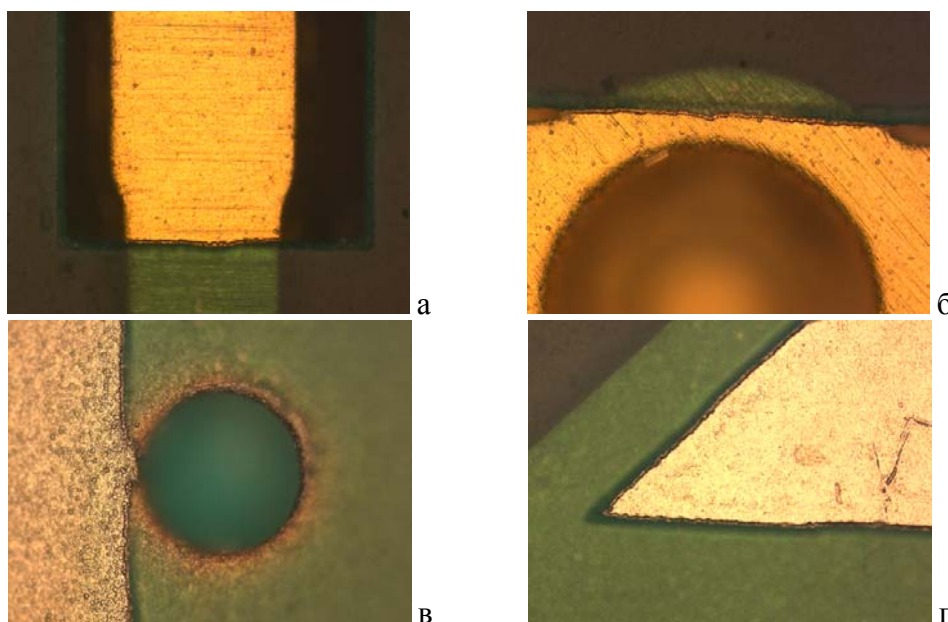


Рис. 4. Иммерсионное золочение; образцы:
а – первый; б – второй; в – третий; г – четвертый (пояснения в тексте)

Подведём итог: из четырех методов подготовки поверхности наилучшие результаты показали первый и второй образцы, их структура обеспечивает более высокую адгезию паяльной маски к поверхности. Третий и четвертый образцы имеют шероховатую ячеистую структуру, и поверхность паяльной маски неоднородна и похожая на апельсиновую корку.

Тем не менее результаты, полученные на первом и втором образцах, не идеальны. Будет продолжена работа по поиску оптимального метода подготовки поверхности, интересны процессы микротравления поверхности фольги под маску на основе муравьиной кислоты.

Список литературы

1. Шкундина С. Финишные покрытия под поверхностный монтаж современной элементной базы // Вектор высоких технологий. 2017. № 3. С. 50–58.
2. Паяльные маски и резисты SunChemical : сайт. URL: <https://www.petrocom.ru>.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОВОДНИКОВ

А.И. Сморгунов*

Научный руководитель В.А. Бахтина
старший преподаватель

Научный руководитель Н.П. Томилина
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Студентам, обучающимся по направлениям радиотехнического профиля, необходимо обладать сведениями об электрических параметрах и свойствах различных материалов электронной техники. По электрическим свойствам вещества разделяют на три класса: проводники, диэлектрики и полупроводники. Типичными проводниками являются металлы, обладающие малым удельным сопротивлением – менее 10^{-8} Ом·м [1].

Целью данной работы является моделирование и разработка полуавтоматического лабораторного стенда для исследования электрофизических свойств проводников под влиянием высоких температур и механических воздействий.

В качестве исследуемых материалов были выбраны медный, алюминиевый, ниобиевый и вольфрамовый проводники, как одни из самых распространённых металлов, нашедших применение в электронной технике [2].

Первым этапом разработки лабораторного стенда является моделирование. Главная задача – это простота в использовании и дешевизна проекта. Общий вид 3D-модели приведен на рис. 1.

Стенд представляет собой металлический корпус, на передней панели которого размещены тумблеры для подачи питания на образцы, поворотная ручка служит для настройки мощности на нагревателе.

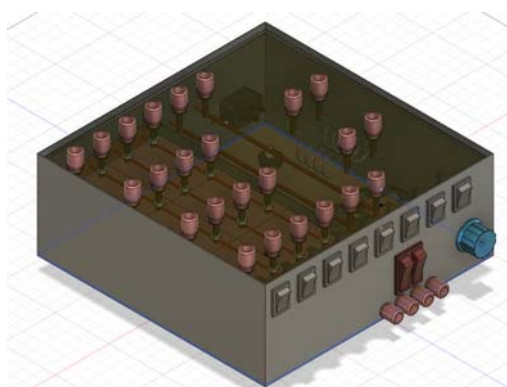


Рис. 1. Внешний вид установки

* © Сморгунов А.И., 2019

Осуществление контакта исследуемых проводников с разъемами внутри корпуса осуществляется при помощи просверленных в разъемах отверстий. Данный способ крепления выбран как самый надежный. Для проведения лабораторной работы предполагается наличие восьми образцов, четыре из которых правильной цилиндрической формы, остальные подвержены различным механическим воздействиям. Нагреву подвергаются только образцы правильной формы, нагрев образцов будет осуществляться одновременно.

На рис. 2 приведена детальная модель стенда. Внутренняя разводка проводов на рисунке отсутствует из-за сложности проектирования.

Главная задача лабораторной работы – это исследование изменения удельного электрического сопротивления, как основной электрической характеристики материалов, в зависимости от температуры. Для этого внутри корпуса необходимо разместить нагреватель, обеспечивающий нагрев проводников до температуры минимум $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. В качестве технического решения выбрана конструкция на основе залитой глиной нихромовой проволоки [3]. Для обеспечения безопасности пользователя от поражения сетевым напряжением между проводниками и нагревателем укладывается диэлектрический слой из кермета марки ХС22. Для более корректной настройки температуры необходим диммер, который регулирует мощность на нагревателе.

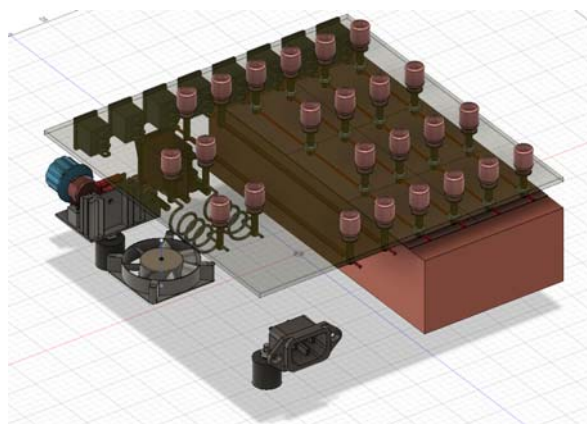


Рис. 2. Внешний вид установки без корпуса

Для определения удельного сопротивления проводников необходимо измерить ток и падение напряжения на них, для этого необходимо обеспечить на образцы подачу напряжения и тока от внешнего источника питания, который обеспечивает ограничение тока в пределах 4 A и выдаёт постоянное напряжение от 1 до $1,5\text{ В}$. Проводники внутри установки скоммутированы проводами, внешнего вмешательства от студента не требуется. Выбор необходимого проводника осуществляется через тумблеры, которые расположены на лицевой панели прибора. Каждый тумблер расположен напротив исследуемого образца. От студента требуется правильно собрать схему, состоящую из внешнего блока питания, амперметра, вольтметра, термометра и стенда. Необходимым условием является включение только одного тумблера. Одновременное включение нескольких тумблеров приведёт к некорректным результатам измерений. Для

контроля выбранного образца тумблеры оснащены световыми индикаторами. Это упростит слежение за ходом выполнения работы. Сверху стенд защищен закаленным стеклом.

Для определения влияния переходных сопротивлений разъемов на результаты расчета удельного сопротивления было проведено предварительное исследование медного и алюминиевого образца без них. Результаты измерений и расчетов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Результаты измерений тока и падения напряжения

	Ток, 4 А					
	1 В		1,2 В		1,5 В	
	U, В	I, А	U, В	I, А	U, В	I, А
Медь	0,0014	2,11	0,0014	2,11	0,0014	2,11
	0,001	2,11	0,001	2,11	0,001	2,11
Алюминий	0,0024	2,01	0,0031	2,55	0,004	3,2
	0,002	1,97	0,0019	2,55	0,0025	3,2

Таблица 2

Расчёт удельного сопротивления

	1 В		1,2 В		1,5 В	
	R, Ом	ρ , Ом·см	R, Ом	ρ , Ом·см	R, Ом	ρ , Ом·см
Медь	0,000663507	$1,66 \cdot 10^{-6}$	0,000663507	$1,66614 \cdot 10^{-6}$	0,000663507	$1,6664 \cdot 10^{-6}$
	0,000473934	$1,78 \cdot 10^{-6}$	0,000473934	$1,78515 \cdot 10^{-6}$	0,000473934	$1,7851 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	0,00119403	$2,29 \cdot 10^{-6}$	0,00121568	0,00023368	0,00125	0,00024027
	0,001015228	$2,92 \cdot 10^{-6}$	0,00074509	0,00021483	0,00078125	0,00022526

Для расчета удельного сопротивления выбрана рабочая длина проводника 180 мм. Площадь поперечного сечения была рассчитана предварительно.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что результаты удовлетворительны, значения удельного сопротивления практически совпадают с табличными значениями (табл. 3), следовательно, использование разъемного крепления проводников не скажется на результатах лабораторной работы.

Таблица 3

Удельное сопротивление проводников

Материал	ρ (Ом·см) при T = 20 °C
Медь	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$2,8 \cdot 10^{-6}$

Проведение дальнейших работ предполагает создание рабочего прототипа лабораторного стенда.

Список литературы

1. Удельное электрическое сопротивление : сайт. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Удельное_электрическое_сопротивление.

2. Удельное электрическое сопротивление проводников : сайт. URL: <http://bourabai.ru/toe/resistance.html>.

3. Гилеев В. Е., Сморгунов А. И., Бахтина В. А., Томилина Н. П. Создание лабораторного стенда для исследования электрических свойств проводниковых материалов // Современные проблемы радиоэлектроники : сб. науч. тр. Красноярск : Сиб. федер. ун-т. 2018. С. 364–367.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ CALL-ЦЕНТРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ САМОПОДОБНЫХ ПОТОКОВ

А.С. Яткина*

Научный руководитель М.К. Заленская
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

В настоящее время сети связи активно развиваются, а доля циркулирующего трафика в них увеличивается. В связи с этим повышаются требования к качеству обслуживания. Данные требования особенно применимы к центрам обработки вызовов (или call-центрам).

При проектировании call-центров, особенно центров обработки вызовов (ЦОВ) служб экстренного реагирования, важно учитывать нестационарность входящего трафика. Анализ работ [1–7] показал, что реальные трафики в цифровых сетях связи лучше всего описываются самоподобными случайными процессами. «Самоподобие» представляет собой свойство процесса сохранять свое поведение и внешние признаки при рассмотрении в разном масштабе. В работах [8, 9] указывается, что свойство самоподобия оказывает влияние на своевременность обработки трафика, циркулирующего в реальных сетях связи. Из этого следует, что применяемые методы моделирования и расчета сетевых систем, основанные на использовании пуассоновских потоков, не дают полной и точной картины происходящего в сети и приводят к неправильной оценке характеристик качества обслуживания.

Свойствами самоподобия обладают распределения с так называемым «тяжелым хвостом». Обычно распределения с медленно убывающим хвостом описывают такие процессы перемещения потока данных, как промежуток времени между последовательными входами пользователя в систему. Если трафик характеризуется распределением с медленно убывающим хвостом, то он является высоко коррелированным, что означает: интенсивность входного потока выше интенсивности обслуживания.

Рассмотрим некоторые из таких распределений на примере функционирования ЦОВ. В качестве исследуемых распределений были выбраны распределение Вейбулла и распределение Парето. Оба распределения являются переходящими от экспоненциального (при $k = 1$) к легковесному распределению (при $k > 1$) и к тяжеловесному (при $k < 1$), что обеспечивает преемственность теории определения вероятностно-временных характеристик самоподобных информационных потоков и классической теории телетрафика (k – минимальное значение интервала между вызовами) [10].

* © Яткина А.С., 2019

Распределения Парето и Вейбулла являются распределениями с «тяжелыми хвостами» и традиционно используются при моделировании сетевого трафика, отличительной особенностью которого является пульсационный характер потока, а также при моделировании процессов потери пакетов при переполнении буфера.

В качестве исследуемой модели call-центра возьмем упрощенную модель Системы-112 г. Красноярск (рис. 1). Имитационное моделирование проводилось в среде GPSS World. Исходные требования к Системе-112 представлены в таблице. Для наглядности полученные данные будем сравнивать с экспоненциальным (показательным) распределением, которое обычно используется для моделирования call-центров.

Таблица

Вероятностно-временные характеристики ЦОВ Системы-112

Среднее время консультативного обслуживания заявки, с	Среднее время ожидания обратившегося в очереди, с	Вероятность потерь вызовов, %
60	8	$\leq 0,1$

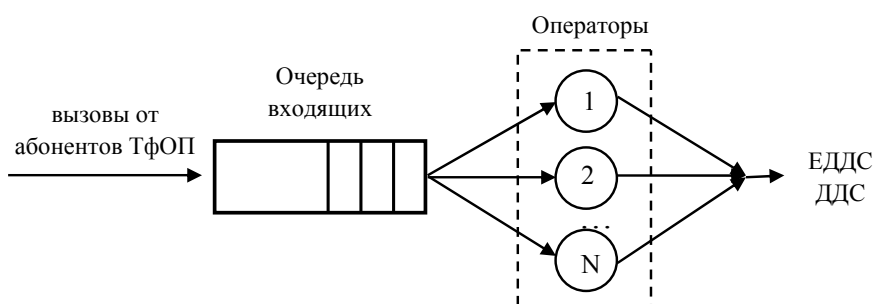


Рис. 1. Модель распределения вызовов

Из полученных результатов имитационного моделирования (рис. 2) видно, что показательное распределение дает слишком оптимистичный прогноз по сравнению с распределениями Вейбулла или Парето. Так, для одного и того же значения количества вызовов в час, вероятность потерь соответствует нормативному значению $\leq 0,1\%$, указанному в руководящих документах по проектированию ЦОВ Системы-112, только для показательного распределения и распределения Парето, тогда как для распределения Вейбулла она уже составляет 4,6 %. Время ожидания в очереди для распределения Вейбулла при 350 вызовов в час уже составляет 7,6 с, а далее при увеличении числа вызовов только растет.

Исходя из всего перечисленного выше, можно сделать вывод, что с учетом распределений самоподобных потоков, циркулирующих в узлах связи, в данном случае необходимо увеличение числа операторов или увеличение буфера (накопителя) заявок. Потому как при увеличении числа вызовов операторов будет недостаточно, чтобы выполнить требования, предъявляемые к ЦОВ службы экстренного реагирования Системы-112.

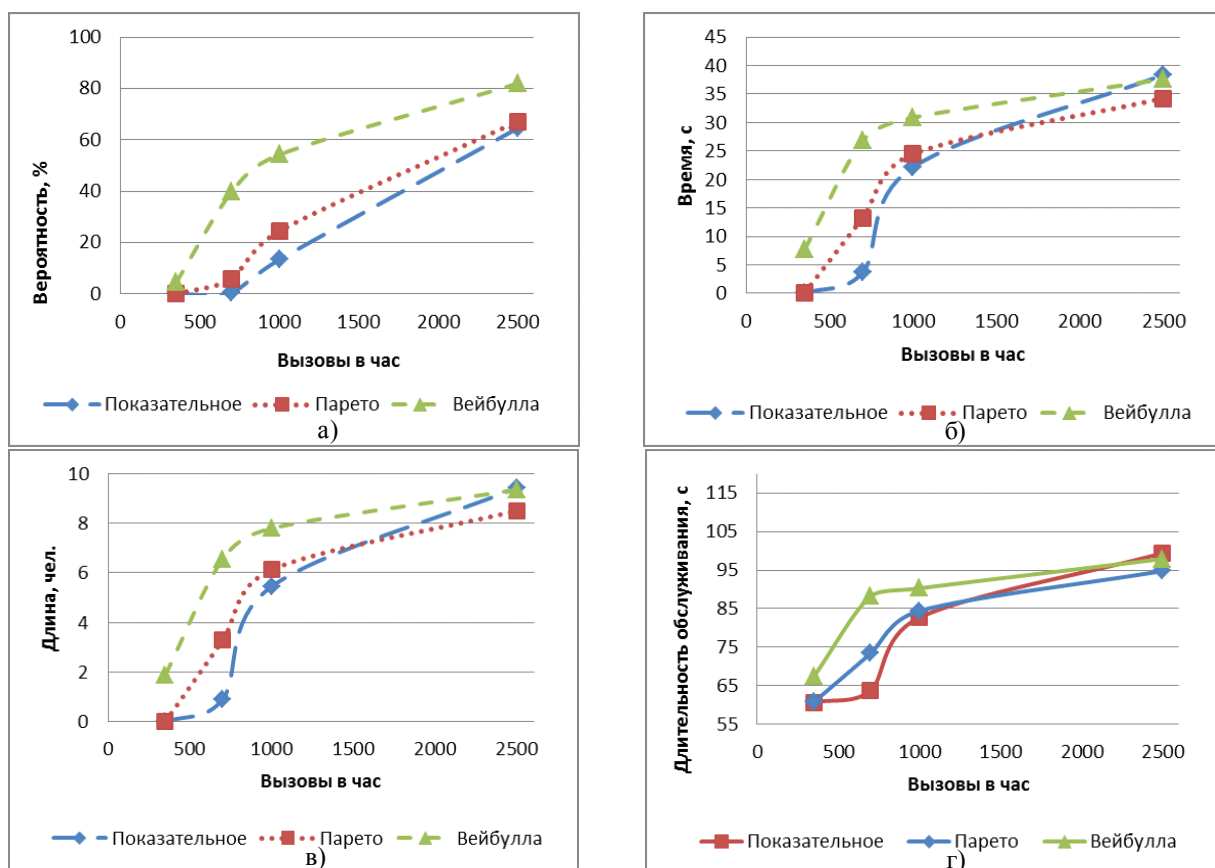


Рис. 2. Графики зависимости: а – вероятности потерь вызовов; б – времени ожидания обратившегося в очереди; в – длины очереди; г – средней длительности обслуживания вызовов

Список литературы

1. Назаров А. Н., Сычев К. И. Модели и методы исследования процессов функционирования и оптимизации построения сетей связи следующего поколения при произвольных распределениях поступления и обслуживания пакетов различных классов качества // Т-Сотт: Телекоммуникации и транспорт. 2011. № 7. С. 112–116.
2. Треногин Н. Г., Соколов Д. Е. Фрактальные свойства сетевого трафика в клиент-серверной информационной системе // Вестник НИИ СУВПТ. Сборник научных трудов. 2003. Вып. 14. С. 163–172.
3. Шелухин О. И., Тенякшев А. М., Осин А. В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях / под ред. О. И. Шелухина. М. : Радиотехника, 2003. 479 с.
4. Одоевский С. М., Хоборова В. П. Методы прогнозирования качества обслуживания самоподобного трафика в устройствах коммутации мультисервисной сети // Труды учебных заведений связи. 2017. Т. 3. № 3. С. 86–92.
5. Крылов В. В., Самохвалова С. С. Теория телетрафика и её приложения. СПб. : БХВ-Петербург, 2005. 288 с.
6. Ложковский А. Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях. Одесса : ОНАС им. А.С. Попова, 2012. 112 с.

7. Ложковский А. Г., Вербанов О. В. Моделирование трафика мультисервисных пакетных сетей с оценкой его коэффициента самоподобности // Наукові праці ОНАЗ ім. О.С. Попова. 2014. № 1.

8. Бахарева Н. Ф., Карташевский И. В., Тарасов В. Н. Анализ и расчет непургассоновских моделей трафика в сетях ЭВМ // Инфокоммуникационные технологии. 2009. Т. 7. № 4. С. 61–66.

9. Карташевский И. В., Буранова М. А. Влияние механизмов управления QoS на показатели качества обслуживания мультимедийного трафика сети Internet // Т-сomm: телекоммуникации и транспорт. 2013. № 8. С. 54–60.

10. Пономарев Д. Ю. Исследование моделей потоков вызовов // V Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям с участием иностранных ученых : тезисы докладов. Новосибирск : ИВТ СО РАН. 2004. С. 51–52.

**Электротехнологии,
электротехника и робототехника**

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНДУКТОРНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ ДВОЙНОГО ПИТАНИЯ

Д.А. Антоненко*

Научный руководитель П.В. Авласко
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Перспективным направлением развития электроприводов является применением в них индукторных двигателей двойного питания (ИДДП). Такой тип двигателей позволяет одновременно обеспечить как высокие скоростные характеристики электропривода, так и возможность работы в «ползущих» режимах с высокой точностью, в шаговом режиме. Кроме того, у индукторных двигателей двойного питания отсутствуют трущиеся элементы конструкции, что увеличивает срок службы электропривода в целом [1]. Такая особенность приобретает значимость при использовании электроприводов в автономных объектах с повышенным сроком активного существования.

Управление по двум статорным обмоткам с использованием обычных блоков электроники в виде отдельных устройств существенно усложняет задачу построения простых и надёжных электроприводов, но применение принципов микропроцессорной обработки данных и формирования законов изменения управляющих величин позволяет минимизировать аппаратную часть системы управления [7].

Электропривод с ИДДП включает (рис. 1): двигатель с первой и второй статорными обмотками, с подключенными первым и вторым инверторами с соответствующими системами управления, формирующими на своих выходах потенциалы питающих напряжений; блок задания управлений, формирующий законы изменения сигналов задания амплитуд, частот и фазовых сдвигов питающих напряжений в зависимости от желаемых угла поворота и угловой скорости ротора; блок распределения управлений, формирующий из общих сигналов задания отдельные сигналы для каждого из двух инверторов; датчик углового положения и механическая нагрузка [2].

Отличительной особенностью ИДДП является то, что двигатель имеет минимальные конструктивные ограничения на управление [1]. В случае микропроцессорного управления сложность законов управления не играет ключевой роли, что открывает возможности для использования новых способов управления двигателем. Совершенствование управления в этом случае достигается за счет учета достоинств микропроцессорных систем, таких как: производительности, многофункциональности, быстродействия [4]. Со стороны объекта управления преимуществом является возможность использования различных способов управления, отсутствие необходимости использования редуктора.

* © Антоненко Д.А., 2019

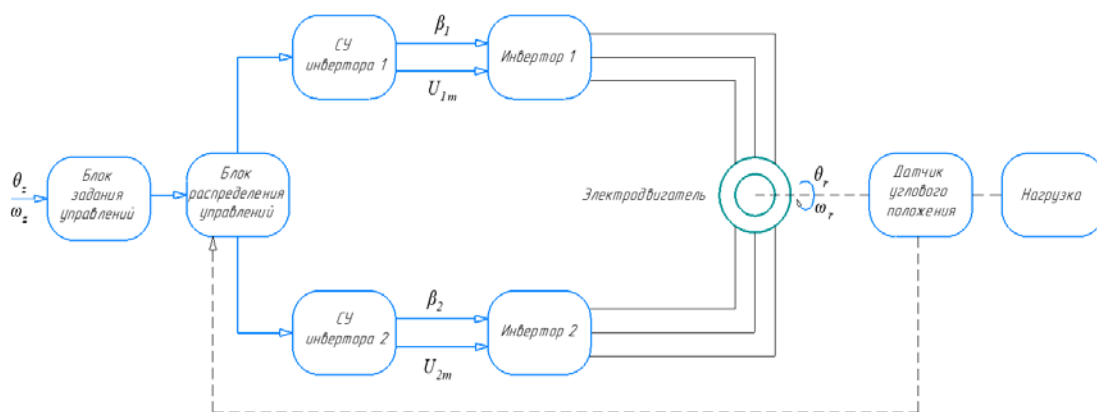


Рис. 1. Структура индукторного электропривода двойного питания

Известен ряд способов управления электрическим двигателем: частотно-зависимое, частотно-токовое, частотно-векторное, фазовое [6]. Минимальные естественные ограничения на управление ИДДП позволяют реализовывать в рамках одного программно-аппаратного комплекса множество законов управления электроприводом [5]. В разработанной системе управления электроприводом, выполненной на основе ИДДП, предлагается использовать микропроцессорную обработку информации по архитектуре встраиваемых систем, что подразумевает под собой высокую производительность при малых габаритах устройства и низком собственном энергопотреблении. Программное обеспечение представляется в виде алгоритмов для использования способов управления, в соответствии с задачей по изменению пространственного положения ротора, поставленной перед автоматизированной системой управления электроприводом [3]. Структура предлагаемой системы управления в виде диаграммы компонентов представлена на рис. 2.

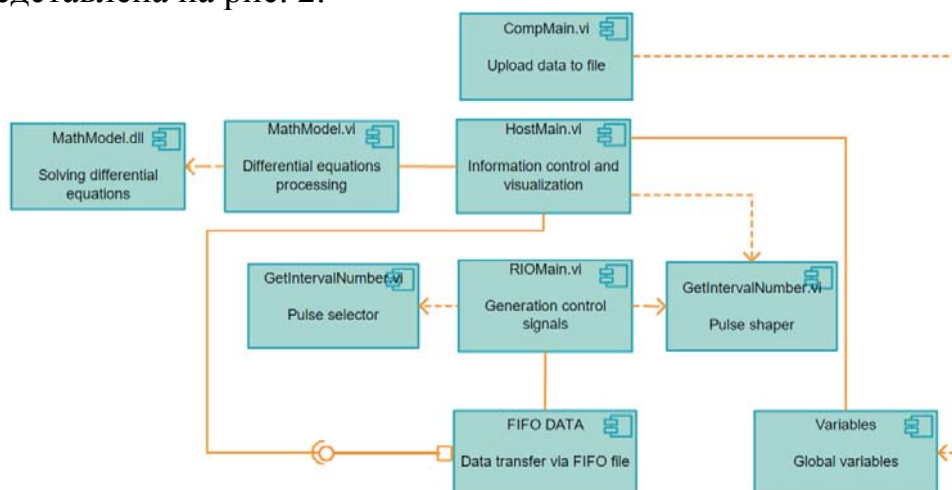


Рис. 2. Структура системы управления электроприводом

Система управления электроприводом на основе ИДДП состоит из:

- 1) Comp_Main – компонент, располагающийся на рабочем месте оператора, предназначен для выгрузки экспериментальных данных из контроллера и последующую обработку данных с их записью;

2) Host_Main – компонент, располагающийся на контроллере, отвечающий за формирование в режиме реального времени сигналов широтно-импульсной модуляции и получение информации с датчиков;

3) Math Model – компонент с динамически подключаемой библиотекой, используемый для обработки математической модели системы управления ИДДП;

4) FPGA_RIO1_Main – компонент, располагающийся в модуле ввода/вывода. В программируемой логической интегральной схеме происходит формирование управляющих сигналов транзисторными ключами инверторов, оцифровка аналоговых сигналов с датчиков тока и прием данных с цифрового датчика положения;

5) FPGA_RIO1_SubVI_GetIntervalNumber – компонент-селектор импульсов;

6) FPGA_RIO1_SubVI_GetShim – компонент-формирователь импульсов;

7) FIFO DATA – инструмент, используемый для передачи данных в ходе исполнения программы.

Разработанное программное обеспечение в среде LabVIEW состоит из нескольких связанных модулей, которые находятся на управляющем компьютере, контроллере NI PXI–8106 RT и модуле ввода/вывода NI PXI–7833R. Внешний вид разработанного лабораторного отладочного комплекса приведен на рис. 3.



Рис. 3. Лабораторный комплекс для исследования и отладки законов управления ИДДП

Благодаря своей многофункциональности система управления индукторным двигателем двойного питания может использоваться как в прецизионных системах, таких как 3D-принтеры и станки с ЧПУ, при использовании фазового способа управления двигателем, позволяющего реализовывать шагающий режим, так и в системах конвейерного производства и центробежных установках при использовании частотных способов управления.

Список литературы

1. Блоцкий Н. Н. Машины двойного питания. Электрические машины и трансформаторы. М. : ВИНТИ АН СССР, 1979. Т. 2. 124 с.
2. Hughes A. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications. 3th edition. London : Elsevier Inc., 2008. 410 p.
3. Phillip A., Ovaska J. Laplante. Real-Time Systems Design and Analysis, Third Edition // Wiley-IEEE Press, 2014. 528 p.
4. Terekhov V. M., Osipov O. I. Control Systems of Electric Drives. 2-nd ed. Moscow: Publishing Center "Academy", 2006. 304 p.
5. Vicatos M. S., Tegopoulos J. A. A doubly-fed induction machine differential drive model for automobiles. IEEE Transactions on Energy Conversion; 2003, Vol. 18, No. 2. P. 225–230.
6. Datta R/, Ranganathan V. T. A simple position sensorless algorithm for rotor side field oriented control of wound rotor induction machine. IEEE Trans. Ind. Electron; 2001. Vol. 48. P. 786–793.
7. Hubert R. Variable speed induction machine 2, sensors, models, control and diagnostic. Hermes. Lavoisier; 2006.

РАЗРАБОТКА ПЛАТЫ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ МАГНИТНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА «ГЛОРИЯ»

А.Х. Валиахметов*

Научный руководитель Ю.Г. Голых
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

С целью сделать изучение магнитного поля более простым и доступным была разработана плата «Изучение магнитных датчиков». Она предоставляет возможность изучать фотоэффект любому человеку, даже неподготовленному и имеющему лишь поверхностные знания об электротехнике.

На рисунке изображена плата «Исследование магнитного поля». Она была разработана с целью предоставления более простого подхода к изучению магнитных полей и их поведения. В плате использованы современные датчики, отличающиеся от более старых версий своей компактностью и удобством при обработке информации.

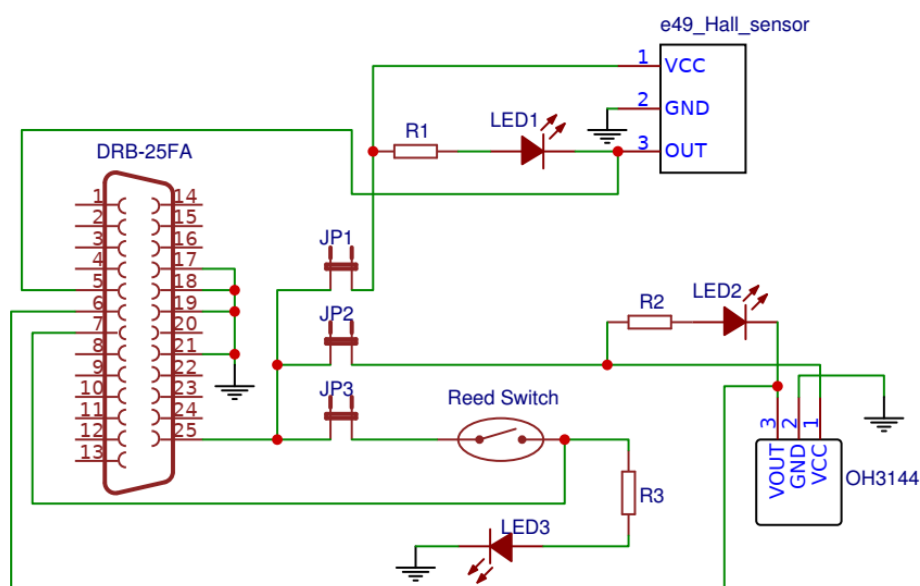


Рис. 1. Электрическая схема платы «Исследование магнитного поля»

В правой нижней части платы расположен цифровой датчик Холла, позволяющий фиксировать наличие или отсутствие вблизи действующих на него магнитных полей. Под этим датчиком находится геркон – электромеханическое устройство, работающее в электрических схемах в роли коммутатора. В данной же плате работа геркона аналогична цифровому датчику Холла – с его помощью детектируется магнитное поле вблизи самого устройства.

* © Валиахметов А.Х., 2019

В верхней части платы размещен аналоговый датчик Холла. Он, как и выше описанные датчики, чувствителен к магнитному полю, но отличительная особенность заключается в том, что интенсивность выдаваемого им сигнала пропорциональна расстоянию до источника поля. Эта особенность была использована в разработанной плате. Для отображения уменьшения интенсивности магнитного поля в пространстве по мере удаления от источника и фиксации результатов для построения зависимостей установлена линейка вблизи датчика. Также линейка позволяет сравнить разные по силе магнитные поля, для этого достаточно их по очереди установить на одинаковом удалении от датчика Холла.

Посередине платы для визуализации работы датчиков установлен блок светодиодов. Каждому датчику соответствует свой светодиод. При срабатывании датчика, то есть при воздействии на него магнитным полем, соответствующий светодиод будет гаснуть, а светодиод, подключенный к аналоговому датчику Холла, будет изменять свою яркость в зависимости от величины магнитного поля.

Повсеместное распространение различного рода датчиков и устройств, принцип работы которых базируется на данных явлениях, говорит о необходимости исследования магнитных полей и фотоэффекта, а также о востребованности качественных специалистов, способных работать в этой сфере.

Проведение автоматизированного лабораторного практикума с использованием съемных плат дает возможность изучать сложные явления и процессы уже в школе, приобретать практические навыки работы с электротехническим оборудованием и получать о нем представление.

Список литературы

1. Лабораторная станция: патент на промышленный образец 96858 Российская Федерация : МКПО10 05 / Р. Г. Галеев., В. Н. Тимофеев, Г. Ф. Лыбзиков, С. Ф. Заgrabчук ; заявитель и патентообладатель ФГУП «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь», ФГОУ ВО «Сибирский федеральный университет». № 2015500017; заявл. 12.01.15; опубл. 16.01.16.

2. Комплект электронных плат: патент на промышленный образец 85811 Российская Федерация : МКПО9 14-03 / Р. Г. Галеев., В. Н. Тимофеев, Г. Ф. Лыбзиков, С. Ф. Заgrabчук; заявитель и патентообладатель ФГУП «Научно-производственное предприятие «Радиосвязь», ФГОУ ВО «Сибирский федеральный университет». № 2011503733; заявл. 27.03.12; опубл. 16.07.13, Бюл. № 6. 9 с.

**АДАПТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И КОМПЕНСИРУЮЩЕГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ ПД-РЕГУЛЯТОРА РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА****Р.Т. Галемов***

Научный руководитель Г.Б. Масальский
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Манипулятор с n звеньями описывается нелинейной системой дифференциальных уравнений

$$M(q(t)) \cdot \ddot{q}(t) + V(q(t), \dot{q}(t)) + G(q(t)) + F(\dot{q}(t)) = \tau(t),$$

где $\tau(t)$ – вектор $n \times 1$ моментов, развиваемых двигателями (Нм); $q(t)$ – вектор $n \times 1$ угловых координат в сочленениях (рад); $M(q(t))$ – матрица $n \times n$ инерций звеньев манипулятора; $V(q(t), \dot{q}(t))$ – матрица $n \times n$ кориолисовых и центробежных сил; $G(q(t))$ – вектор $n \times 1$ гравитационных сил, $F(\dot{q}(t))$ – вектор $n \times 1$ сил трения в сочленениях. Поскольку эти матрицы M , V и векторы G , F меняют свои значения при движении робота, а процедуры их оценки довольно сложны, то для формирования управляющего воздействия можно использовать классический ПИД – регулятор с адаптацией.

Адаптация ПИД-регулятора может происходить как по его параметрам, так и по компенсирующему управлению [1]. Производить адаптацию каждым из этих способов возможно с использованием симплексного инвариантного метода (СИМ) [2]. Подход, основанный на изменении компенсирующего воздействия, показывает более высокую скорость адаптации в начальный момент времени. Подход, основанный на настройке параметров, быстрее подстраивает систему под изменения в динамике манипулятора, вызванные изменениями инерции звеньев в связи с движением или захватом объекта в рабочий орган. Предложен совмещенный подход на основе симплексного поиска, при котором на каждом шаге адаптации происходит изменение параметров и компенсирующего воздействия. Предлагаемая схема управления звеном манипулятора представлена на рис. 1.

Здесь $\kappa(t) = [K_p(t) \quad K_d(t)]$ – коэффициенты ПД-регулятора; $\Delta\tau$ – компенсирующее управление; «Адаптер 1» основан на СИМ и настраивает коэффициенты ПД-регулятора в процессе работы; «Адаптер 2» основан на последовательном симплексном методе (ПСМ) и настраивает компенсирующее управление в процессе работы.

В адаптере 1 используется целевая функция от измеренной ошибки управления

* © Галемов Р.Т., 2019

$$Q(t, \kappa) = (r(t) - q(t, \kappa(t)))^2 \rightarrow \min_{\kappa(t) \in K}, \quad (1)$$

где $K = \{\kappa(t) : \kappa(t) \in E^2, \kappa^- \leq \kappa(t) \leq \kappa^+\}$; κ^-, κ^+ – минимальное и максимальное значение коэффициентов регулятора.

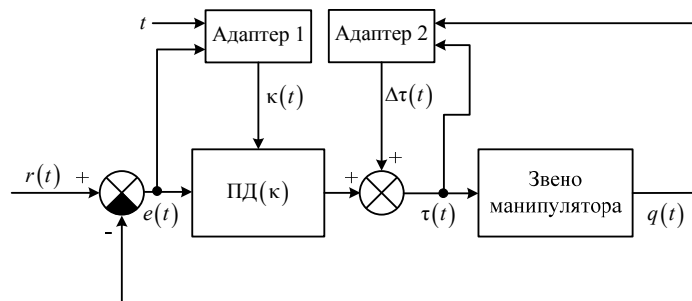


Рис. 1. Схема системы управления звеном манипулятора

В адаптере 2 оценивается влияние компенсирующего управляющего воздействия на ошибку управления. Оценка происходит с использованием возможной ошибки, вычисляемой на основе моделируемого задающего воздействия (МЗВ)[3]

$$\tilde{Q}_i(t, \Delta\tau_i) = (\bar{r}(t, \Delta\tau_i) - q(t, \theta(t)))^2 \rightarrow \min_{\Delta\tau_i \in \Delta T}, \quad (2)$$

$$\bar{r}(t, \Delta\tau_i) = T_d \tilde{r}(\hat{\theta}(\Delta\tau_i)),$$

где $\Delta T = \{\Delta\tau_i : \Delta\tau^- \leq \Delta\tau_i \leq \Delta\tau^+\}$; $\Delta\tau^-, \Delta\tau^+$ – минимальное и максимальное значения компенсирующего управления; $\theta(t) = [\kappa(t) \ \Delta\tau(t)]$ – набор адаптируемых параметров регулятора; $\hat{\theta}(\Delta\tau_i) = [\kappa \ \Delta\tau_i]$ – набор параметров для оценки i -й вершины ПСМ; $\tilde{r}(\hat{\theta}(\Delta\tau_i))$ – МЗВ от набора параметров $\hat{\theta}(\Delta\tau_i)$; T_d – эталонная модель.

В адаптере 1 на каждом шаге адаптации обновляется значение целевой функции (1) в рассматриваемой вершине симплекса, затем делается шаг СИМ и новые значения коэффициентов регулятора записываются набор параметров $\kappa(t)$. В адаптере 2 на каждом шаге адаптации рассчитывается целевая функция (2) для всех вершин симплекса, на основе полученных значений делается шаг ПСМ. Новое значение компенсирующего управления записывается в $\Delta\tau(t)$.

Производилось сравнение ПИД-регулятора, ПИД-регулятора с адаптацией коэффициентов, ПИД-регулятора с адаптацией компенсирующего управления, и ПД-регулятора с адаптацией параметров и дополнительного управления. Данные получены на модели двухзвенного робота. На рис. 2 представлены графики для первого звена, поскольку оно является наиболее нагруженным, цифрами обозначены графики: 1 – ПИД-регулятор; 2 – ПИД-регулятор + настройка коэффициентов; 3 – ПИД + настройка компенсирующего управления; 4 – ПД +

настройка коэффициентов и компенсирующего управления; r – заданная траектория.

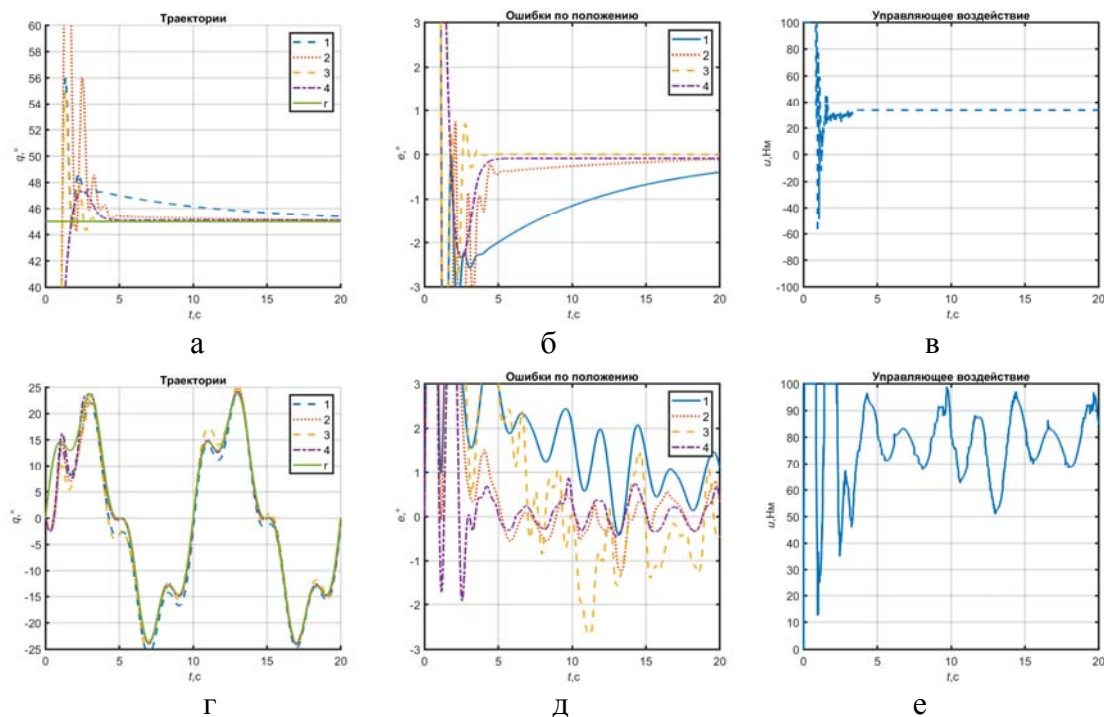


Рис. 2. Результаты моделирования

а – траектории при шаговом задании; б – ошибки при шаговом задании; в – выход регулятора при шаговом задании; г – траектории при гармоническом задании; д – ошибки при гармоническом задании; е – выход регулятора при гармоническом задании

На рис. 2 видно, что предложенный метод имеет меньшее время адаптации и меньшую постоянную ошибку в управлении типа точка-точка и при отслеживании траектории, в сравнении с адаптивными ПИД-регуляторами.

Список литературы

1. Галемов Р. Т., Масальский Г. Б. Сравнительный анализ методов адаптации параметров регулятора системы управления робота-манипулятора // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. 2017. Т. 10. № 4. С. 508–522.
2. Круг Г. К., Масальский Г. Б. Симплексный инвариантный метод экспериментальной оптимизации // Вопросы кибернетики. Планирование эксперимента и оптимизация в системах управления / под ред. Г. К. Круга, А. П. Вошина. М., 1981.
3. Soma S., Kaneko O., Fujii T. A new method of controller parameter tuning based on input-output data–Fictitious Reference Iterative Tuning (FRIT) // IFAC Proceedings Volumes. 2004. Т. 37. № . 12. С. 789–794.

ИНДУКЦИОННЫЙ НАГРЕВ ТРУБЫ ИЗ ЖАРОПРОЧНОЙ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Н.Е. Диких, Н.В. Косарев*

Научный руководитель М.Ю. Хацаюк
кандидат технических наук, доцент
Сибирский федеральный университет

Индукционный нагрев – метод бесконтактного нагрева электропроводящих материалов токами высокой частоты и большой величины.

Наиболее широко применяется прямой индукционный нагрев металлов на средних и высоких частотах. Для этого используют индукторы специального исполнения. Индуктор испускает электромагнитную волну, которая падает на нагреваемое тело и затухает в нем. Энергия поглощенной волны преобразуется в теле в теплоту [1].

Преимущества индукционного нагрева:

- 1) возможность тепловой обработки изделий в атмосфере защитного газа;
- 2) индукционный нагреватель обладает небольшими размерами;
- 3) индукционный нагреватель не загрязняет атмосферу вредными выделениями;
- 4) индуктор может быть изготовлен в соответствии с формой изделия [2].

Для эффективного осуществления нагрева трубы необходима оптимальная глубина проникновения тока, равная половине толщины заготовки, которая рассчитывается по формуле

$$\Delta = 503 * \sqrt{\frac{\rho}{\mu * f}},$$

где μ – магнитная проницаемость материала; ρ – удельное электрическое сопротивление материала, Ом*м; f – частота питающего напряжения, Гц [3].

Используя программные обеспечения ANSYS и КОМПАС 3D, была построена модель реального индуктора для нагрева трубы (рис. 1).

Таблица 1

Изменение тока для реальной модели

f	8 000,0	8 000,0	8 000,0	Гц
I	2 000,0	3 000	4 000	А
E	0,28	0,621	1,1	Дж
P	33 792,0	76 032,8	135 169,5	Вт
n	0,776	0,77	0,77	–

* © Диких Н.Е., Косарев Н.В., 2019

1, 2. Параметры установки при различных токах и частоты приведены в табл.

Таблица 2

Изменение частоты f для реальной модели

f	2000	8000	10000	20000	Гц
I	2000	2000	2000	2000	А
E	0,371	0,28	0,249	0,175	Дж
P	18144,6	33792,0	38546,6	56309,9	Вт
n	0,789	0,776	0,773	0,771	

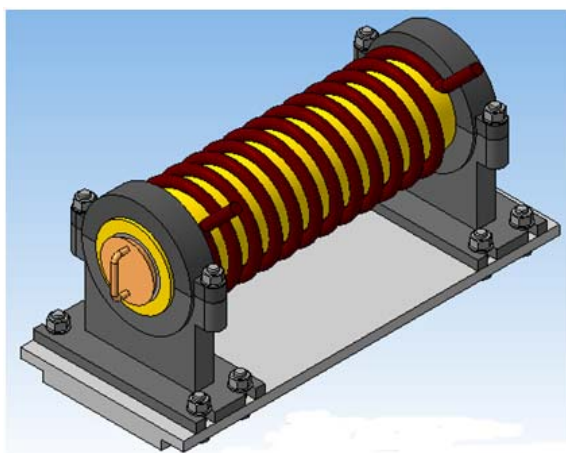


Рис. 1. 3D-модель индукционной системы

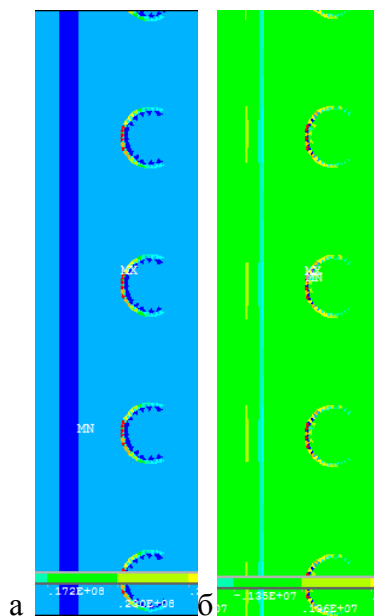


Рис. 2. Скалярная величина: а – плотности тока δ (Re);
 б – плотности тока δ (Im)

Получили два значения. Первое значения соответствует активному току, за счет которого выделяется тепловая энергия. Второе значение реактивное, этот ток создает ЭМ поле.

Особо ценным свойством индукционного нагрева является возможность весьма высокой концентрации энергии в нагреваемом теле, легко поддающейся точной дозировке.

Список литературы

1. Фомин Н. И., Затуловский Л. М. Электрические печи и установки индукционного нагрева. М. : Metallurgia, 1979. 247 с.
2. Слухоцкий А. Е., Немков В. С. Установки индукционного нагрева : учеб. пособие для вузов / под. ред. А. Е. Слухоцкого. Л. : Энергоиздат, Ленинградское отд-ние, 1981. 328 с.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ИСПЫТАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

В.А. Жаринов, В.Н. Пашковский, М.А. Покарева*

Научный руководитель А.В. Бобров
кандидат технических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

На данный момент во всём мире солнечной энергетике уделяют большое внимание, ведь энергетическая отрасль играет большое значение для экономического развития любой страны, особенно, если она имеет экологическое преимущество. В развитых странах уделяют большое внимание разработке систем на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе энергии Солнца [1].

В наше время этот вид энергии получил достаточное распространение. Солнечные модули используются повсеместно, начиная от выработки электроэнергии и передачи ее в энергосистему и заканчивая электроснабжением личных изолированных бытовых энергосистем, а также питанием электроприборов и мелкой техники и электроники [2, 3].

С целью изучения возможности использования солнечной энергии в Красноярском крае был создан экспериментально-исследовательский стенд на основе четырех солнечных панелей, выполняющий демонстрационную и обучающую функцию, позволяющий в полной мере ознакомиться с процессом превращения энергии Солнца в электрическую энергию. Внешний вид в виде 3D-модели и реализованного стенда представлен на рис. 1.



Рис. 1. Трехмерная модель (слева) и фотография стенда «Испытание солнечных панелей» (справа)

* © Жаринов В.А., Пашковский В.Н., Покарева М.А., 2019

Фотоэлектрические модули (ФЭМ), соединяются в группу из 4 штук напряжением 12 В. Были выбраны ФЭМ производства компании «Санвэйс» [4], как одного из наиболее популярных производителей. Параллельно с ФЭМ подсоединяется аккумулятор. Для преобразования постоянного напряжения в переменное используется инвертор, со встроенным устройством заряда аккумулятора и трансформатором, который повышает напряжение с 12 до 220 В. К инвертору подключена нагрузка 220 В. Нагрузка 12 В подключена к контроллеру. Освещенность измеряется с помощью вмонтированных и переносного люксметров.

Для моделирования работы системы электроснабжения (СЭС) на экспериментальном стенде необходимо устойчивое и регулируемое освещение. Поэтому в ходе сборки стенда были предусмотрены специальные шкафы для солнечных модулей, предназначенные для снижения искажающего влияния внешнего освещения.

Выбор прожекторов осуществляется из расчета мощности солнечных модулей с учетом КПД, а также условий охлаждения. Для проведения испытаний были использованы галогеновые прожекторы NAVIGATOR 2 × 500 Вт NFL-T2H2-500-R7s/BLY. Для регулирования мощности освещения при изучении поглощения панелями излучения используются диммеры. Структурная схема стенда и внешний вид панели управления представлены на рис. 2.

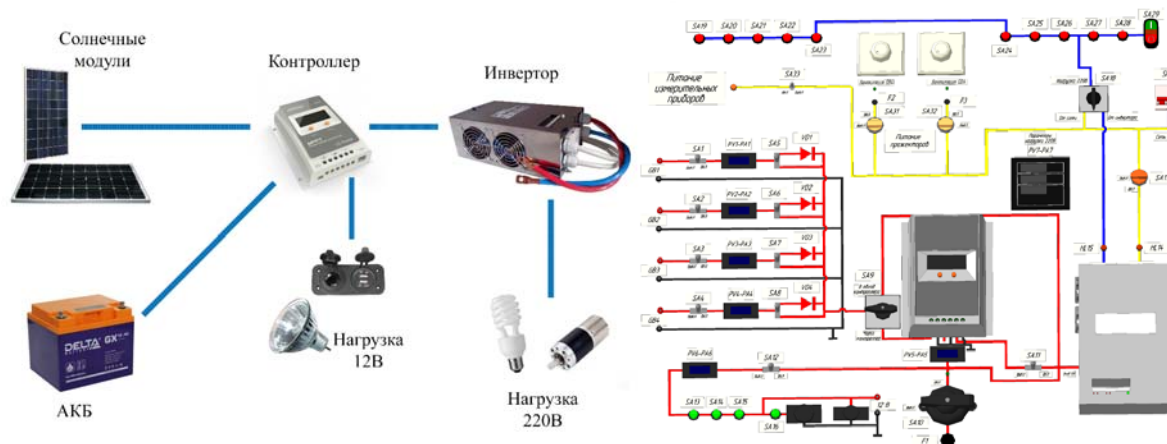


Рис. 2. Структурная схема (слева) и пульт управления (справа) лабораторного стенда

В данный момент на стенде ведутся исследования режимов работы монокристаллических и поликристаллических солнечных панелей. Снимаются характеристики холостого хода и различных режимов работы (с подключением аккумуляторной батареи и без нее). Стенд позволяет моделировать работу децентрализованной СЭС на базе солнечных панелей. Моделировать нагрузку возможно как на стороне солнечных панелей (12 В), так и на стороне потребителей (220 В). В стенд также заложен функционал моделирования СЭС, подключенной к электроэнергетической сети или другому источнику переменного тока, например дизельному генератору.

Ниже представлены характеристики холостого хода и нагрузочные характеристики монокристаллических и поликристаллических панелей, полученные в результате проведенных исследований (рис. 3, 4).

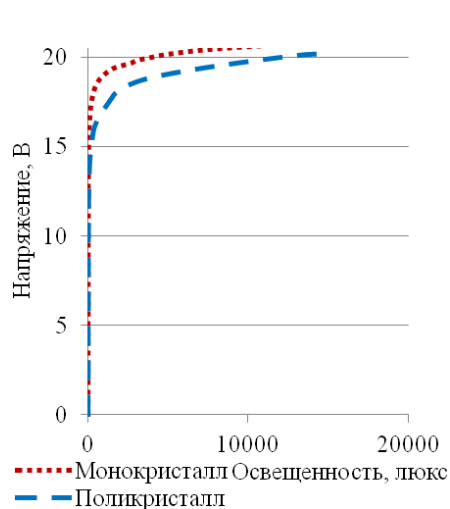


Рис. 3. Результаты измерений напряжения солнечных панелей в зависимости от освещенности в режиме холостого хода

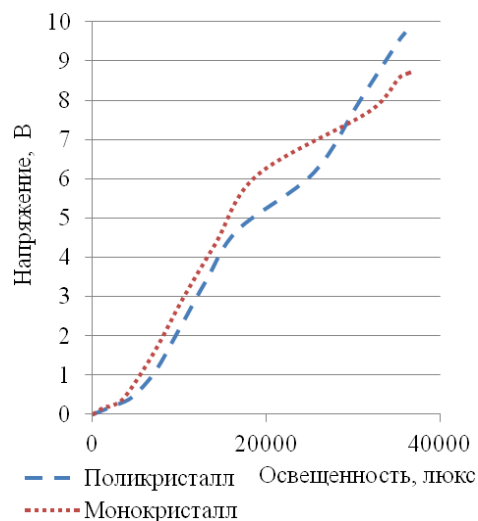


Рис. 4. Зависимость напряжения на солнечных панелях от степени освещенности при нагрузке в 0,6 Ом

На основе результатов исследований, представленных на рис. 3, 4, можно сделать выводы, что монокристаллическая панель при условиях ограниченной освещенности (до 25 тыс. люкс) быстрее выходит на номинальные параметры. Данный вывод говорит о большей эффективности монокристаллических ФЭМ при преобразовании энергии от рассеянного и отраженного солнечного излучений.

Результаты исследований, проведенных на стенде, будут включены в основу трех магистерских диссертаций.

Список литературы

1. Куликова Л. В., Меновщиков Ю. А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие для вузов / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова; Новосибирский гос. аграрный ун-т. Барнаул : АлтГТУ, 2005. 365 с.
2. Сравнение монокристаллических и поликристаллических солнечных батарей. URL: <http://www.solnechnye.ru/batareya/monokristallicheskie-polikristallicheskiepanely.htm>.
3. Ваш солнечный дом. URL: <http://www.solarhome.ru>.
4. Официальный сайт ООО «Санвэйс». URL: <https://s-ways.ru/products/solnechnye-moduli-sunways-serii-fsm>.

ИНДУКТОР ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ МАТЕРИАЛЕ

П.А. Петренко, М.В. Долгун*

Научный руководитель А.М. Паршин
кандидат физико-математических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

С помощью импульсных магнитных полей создаются электродинамические силы, которые обеспечивают различные электротехнологические процессы, одним из которых является магнитно-импульсная обработка материалов (МИОМ). Индукторы для МИОМ используются в основном для деформации проводящих материалов, в то время как влияние импульсных магнитных полей на диэлектрические материалы исследовано мало. Для деформации заготовки необходимы большие амплитуды магнитного поля, действующего в короткий промежуток времени. Кроме того, для исследования таких материалов их необходимо термостатировать, что приводит к необходимости увеличивать диаметр внутреннего рабочего отверстия индуктора так, чтобы можно было ввести в него термостат и заготовку. При питании обмоток такого индуктора импульсным магнитным полем должны возникать значительные ponderomotorные силы, стремящиеся сжать витки вдоль оси и растянуть обмотку в радиальном направлении [3–5]. При пропускании тока по обмотке будет происходить ее нагрев, что также необходимо учитывать при конструировании индуктора [4].

Целью данной работы является создание индуктора с оптимизированными RLC-параметрами для исследования влияния импульсного магнитного поля на электромагнитные процессы в диэлектрических материалах с проведением электромагнитного, механического и теплового расчетов.

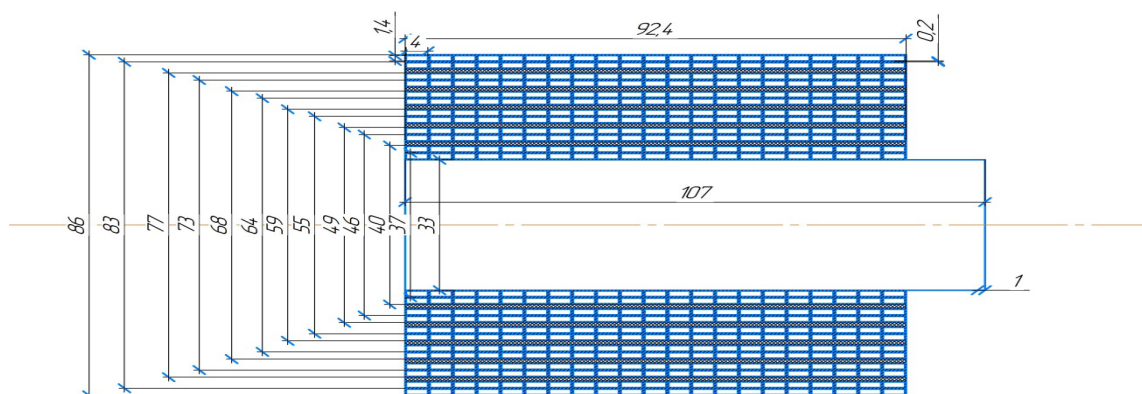


Рис 1. Чертеж индуктора в разрезе

* © Петренко П.А., Долгун М.В., 2019

Для изготовления индуктора была выбрана медная шинка сечением 1,5×4 мм. На шинку был надет чулок из стеклоткани. Шинка наматывалась широкой стороной на изоляционный каркас диаметром 33 мм. При намотке обмотка непрерывно заливалась эпоксидной смолой, а между каждыми двумя слоями укладывался слой изоляционной бумаги. В данном процессе было уложено 14 слоёв, на длине индуктора уместился 21 виток. Затем на обмотку укладывался бандаж, выполненный из стеклонити, пропитанной эпоксидной смолой, который являлся прочным, эластичным, но не приводил к потере магнитного потока [2, 5]. Толщина бандажа составляла 19 мм, в соответствии с нашими расчетами. На рис. 1 изображен чертеж индуктора. Параметры: 294 витка; 14 слоёв. Размеры: 120,4 × 90 мм.



Рис. 2. Индуктор в сборе.

Внутреннее отверстие индуктора растачивалось, в него помещался термостат из стеклоткани, выполненный как «водяная рубашка». В термостат помещались медь-константановая термопара, датчик холла и индукционная катушка. Индуктор монтировался на металлической платформе, к его выводам через шунт присоединялись два проводника от магнитно-импульсной установки. Конденсаторная батарея, собранная из 580 конденсаторов емкостью 100 мкф и напряжением 1 000 В, заряжалась от выпрямителя, а затем разряжалась через контактор на обмотку индуктора. Импульс магнитного поля регистрировался с помощью осциллографа и представлен на рис. 3.

По полученным данным на экране осциллографа можем сделать вывод, что индуктор выдает требуемую форму затухающего во времени импульса как по значению тока в обмотках, так и по значению магнитной индукции, которое измеряется датчиком Холла.

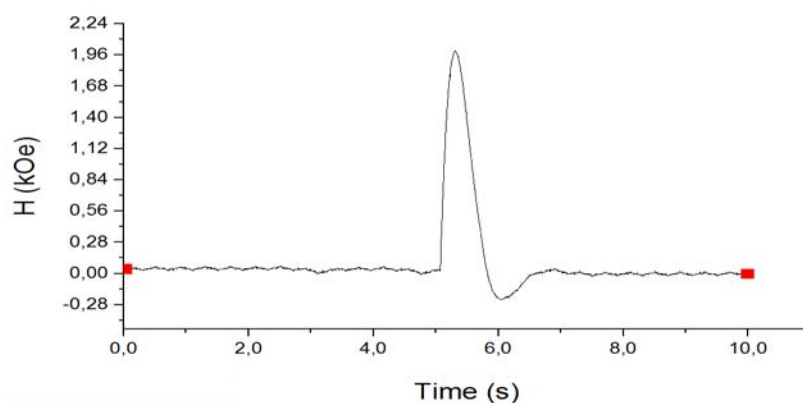


Рис. 3. Форма импульса в индукторе.

После проведения тестовых испытаний и замеров данных индуктор будет использоваться для изучения колебательных процессов в различных материалах под воздействием импульсного магнитного поля.

Список литературы

1. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля. М. : Издательство «МИР», 1972. 390 с.
2. Лагутин А. С., Ожогин В. И. Сильные импульсные магнитные поля в физическом эксперименте. М. : Энергоатомиздат, 1988. 191 с.
3. Монгомери Д. Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов. М. : Издательство «МИР», 1971. 360 с.
4. Быков А. А., Попков С. И., Паршин А. М., Красиков А. А. Импульсный соленоид с обмотками из наноструктурированного провода Cu-Nb // Поверхность, Рентгеновские, Синхронные и нейтронные исследования. 2015. № 2. С. 3–8.
5. Коблова О. Н., Кудасов Ю. Б. Предварительно напряженные соленоиды сильных магнитных полей // Письма в ЖТФ. 2009. Т. 35. Вып. 18. С. 34–40.

ЭЛЕМЕНТЫ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

А.А. Рыжиков*

Научный руководитель А.А. Гагарский
старший преподаватель

Сибирский федеральный университет

Процесс автоматизации позволяет осуществлять управление технологическим процессом без непосредственного участия человека либо оставляет за человеком право принятия наиболее ответственных решений. В состав автоматизированных систем входят как механические составные части, так и электронное оборудование. Основу системы составляет управляющая часть на базе микроконтроллера. Это «мозг» любой автоматизированной системы.

Востребованными при автоматизации производств являются системы с автоматизированной (автоматической) транспортно-складской системой (АТСС). Важной частью таких систем обычно являются мобильные роботы, перемещающие заготовки и готовые детали в пределах производства, по месту требования.

Я занимался разработкой мобильного робота, который в дальнейшем имел бы возможность выполнять определённые задачи как часть АТСС или удалённо управляться оператором с персонального компьютера.

Описание бортовой системы мобильного робота можно разделить на несколько частей:

- техническая оснастка мобильного робота;
- описание протокола передачи данных RScomm.

Техническая оснастка мобильного робота представляет собой:

- шасси с установленными на нём редукторами;
- две платы контроллера ATxmega16A4U с установленным на них H-мостом;
- два драйвера H-моста HIP4081A;
- два двигателя постоянного тока KAG M48X60;
- два инкрементальных энкодера IGO 100/2 «SN»;
- восемь аккумуляторных батарей Liitokala HG2 18650;
- две платы модулей защиты литий-ионных батарей BMS PCM S4 40A.

Для вывода отслеживаемых данных на экран персонального компьютера, а также управления мобильным роботом необходимо использовать протоколы передачи данных.

Протокол передачи данных – набор соглашений интерфейса логического уровня, которые определяют обмен данными между различными программами. Эти соглашения задают единообразный способ передачи сообщений и обработ-

* © Рыжиков А.А., 2019

ки ошибок при взаимодействии программного обеспечения разнесённой в пространстве аппаратуры, соединённой тем или иным интерфейсом [1].

Для обмена данными мобильного робота с другими устройствами сети, например с ПК, реализован протокол под названием RScomm. Он разработан из соображений обеспечения высокой скорости передачи, надёжности передачи пакета и возможности коммуникации множества устройств различного типа подключения при расширении промышленной сети.

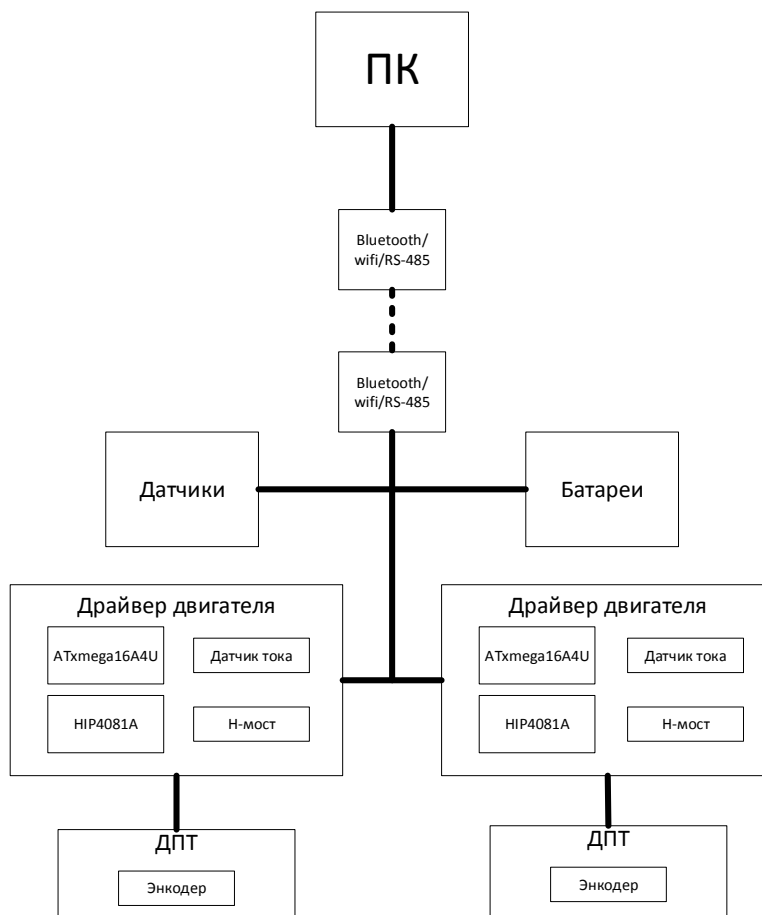


Рис. 1. Структурная схема системы управления мобильного робота

RScomm поддерживает более одного ведущего устройства в сети, то есть сеть имеет тип подключения передатчиков multi-master. В качестве стандартов физического уровня могут использоваться RS-485, Bluetooth, Wi-Fi.

Для передачи данных и команд устройствам протокол использует пакеты.

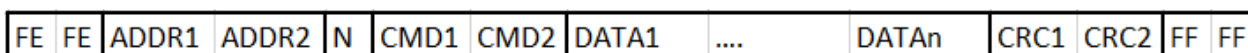


Рис. 2. Схема пакета данных

Первыми в пакете идут два байта 0xFE стартовой последовательности. Они означают, что принимается пакет и нужно начать его обработку. Следующие два байта указывают адрес устройства, которому необходимо выполнить

содержащиеся в пакете инструкции. N – число обозначающее количество байт в пакете после самого N. CMD1 и CMD2 два байта инструкции к устройству, содержат род команды, которую необходимо выполнить. Например, поднять/опустить манипулятор, включить/выключить светодиод. Далее идут байты данных дополняющие байты команд. То есть если байты CMD содержат инструкцию включения светодиода, то байты DATA1 укажут, какой именно светодиод необходимо включить на этом устройстве. Эти байты могут занимать основную длину пакета или вовсе отсутствовать. Максимальная длина данных пакета 140 байт. После этого идут два байта контрольной суммы, они необходимы для проверки целостности пакета, принятого устройством. И два последних байта 0xFF, сигнализирующие о конце пакета.

0xFE	0xFE	0x02	0x01	0x06	0xFE	0x00	0x01	0xE0	0x01	0x7D	0x7B	0xFF	0xFF
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Рис. 3. Пример пакета

При приёме и передаче данных стоит учитывать, что в пакете могут встретиться байты 0xFE и 0xFF, которые не обозначают конец или начало пакета, но являются полезными. Например, в части пакета, где записаны команды, присутствует байт 0xFE, для того чтобы он при принятии пакета распознался правильно, после него пишется байт 0x00 (рис. 3). При принятии пакета и записи в один из буферов, байт 0x00 не учитывается и служит лишь для правильного распознавания байтов 0xFE и 0xFF.

Пакеты, передаваемые протоколом через RS-485, разбиваются на кадры (рис. 4).

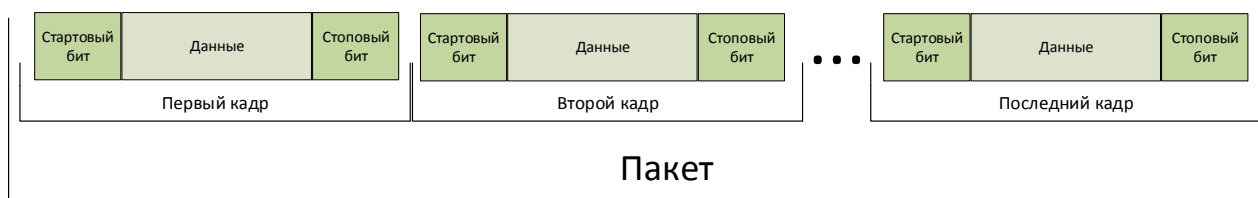


Рис. 4. Схема разбиения пакета на кадры

В ходе исследования были разработаны концепция мобильного робота и протокол передачи данных.

Список литературы

1. Сетевая модель OSI : сайт. URL: <https://ru.wikipedia.org>.

Физическая культура, спорт и туризм

РАЗРАБОТКА ЭКСКУРСИИ «СПОРТИВНОЕ НАСЛЕДИЕ УНИВЕРСИАДЫ-2019»

А.С. Гарьковенко*

Научный руководитель Е.В. Шешегова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Ключевые слова: экскурсия, универсиада, культурное мероприятие, разработка рекомендации.

Актуальность. Совсем недавно в городе Красноярске прошла XXIX Всемирная зимняя Универсиада – 2019. К данному событию все активно готовились на протяжении нескольких лет. Для проведения Игр было построено, реконструировано и капитально отремонтировано 34 объекта:

- спортивные объекты – 22;
- медицинские объекты – 5;
- объекты Деревни Универсиады – 5;
- транспортные объекты – 2.

Также был проведен ремонт более 40 объектов автомобильных дорог, подготовлено пять тысяч волонтеров и многое другое. Теперь, когда Универсиада 2019 прошла, красноярцам осталось большое наследие, которое мы должны помнить и рассказывать не только друг другу, но и будущим поколениям. Поэтому экскурсия, освещающая тематику Универсиады, будет актуальна как в наше время, так и в последующие годы. Но так как масштаб данного спортивного события достаточно велик, невозможно учесть и собрать всю информацию для одной экскурсии. Также на данный момент нет ни статистики, ни сведений о том, что еще хотели бы увидеть экскурсанты в рамках такого культурного мероприятия, и на что следует обратить внимание экскурсоводам турагентства «Диалог» при организации экскурсий по объектам Универсиады-2019.

Цель нашего исследования: разработать и апробировать экскурсию «Спортивное наследие Универсиады-2019»

Задачи:

- 1) провести анкетирование горожан для выявления интереса к экскурсии на данную тему;
- 2) разработать и провести экскурсию «Спортивное наследие Универсиады – 2019»;
- 3) провести анкетирование экскурсантов;
- 4) разработать рекомендацию для турагентства «Диалог» по проведению экскурсии.

* © Гарьковенко А.С., 2019

С 31 октября по 4 ноября 2018 г. мы проводили анкетирование жителей города Красноярска с целью выявления их заинтересованности в предстоящем событии. Было анкетировано 400 жителей г. Красноярска. Задача – выяснить, есть ли у респондентов желание больше узнать о самой Универсиаде, об ее объектах, а также предложить им участие в экскурсии «Спортивное наследие Универсиады-2019».

Анкетирование показало, что больше половины наших респондентов (67 %) интересуются информацией о предстоящем мероприятии. Также значительная часть опрошиваемых (62,5 %) интересуется информацией об объектах и сооружениях, которые были отреставрированы и построены. С 5 февраля по 27 марта 2019 г. мы разработали и подготовили экскурсию «Спортивное наследие Универсиады-2019». Информация была получена из разных достоверных источников: об истории универсиад, об объектах Универсиады-2019, о том, как город Красноярск стал претендентом на проведение такого масштабного мероприятия, как он к этому готовился, что было сделано и другие интересные факты.

Мы провели 9 апреля 2019 г. экскурсию для 20 экскурсантов. Данное мероприятие посетили те респонденты, которые оставили свой номер телефона при первом анкетировании и согласились принять участие в экскурсии.

Для экскурсии «Спортивное наследие Универсиады-2019» мы выбрали те объекты, которые набрали большее количество голосов в анкете: Многофункциональный спортивно-зрелищный комплекс с ледовой ареной «Платинум Арена», Всесезонный парк спорта и отдыха Фанпарк «Бобровый лог», Жилые комплексы университета, Институт нефти и газа СФУ, Кластер «Сопка», Медицинский центр в Деревне Зимней универсиады – 2019, Многофункциональный комплекс, Общественный центр СФУ (конгресс-холл), автомобильная дорога в створе улицы Волочаевской.

После экскурсии мы предложили нашим экскурсантам пройти еще одно анкетирование, целью которого было выяснить положительные стороны и замечания, получить индивидуальную оценку нашей экскурсии от каждого участника, узнать, что, на их взгляд, надо добавить или убрать из данного мероприятия.

Анкетирование показало, что большей части экскурсантов (85 %) понравилась проведенная экскурсия. Чуть больше половины экскурсантов (55 %) оценили экскурсию на 5 баллов по пятибалльной шкале, четверть респондентов оценили ее в 4 балла. Информативность экскурсии 50 % респондентов оценили в 5 баллов, больше четверти (40 %) оценили ее в 4 балла. Но при этом большая часть наших респондентов (80 %) утверждает, что они бы посоветовали посетить своим друзьям и родственникам экскурсию «Спортивное наследие Универсиады-2019».

По нашей просьбе анкетлируемые указали нам на некоторые недочеты в экскурсии, среди которых были:

- 1) быстрый темп показа объектов;
- 2) перегруженность информацией (много исторических и общих фактов);

3) отсутствие наглядных раздаточных материалов (буклетов, справочных материалов, листовок и др.);

4) экскурсанты высказали пожелание о том, чтобы в экскурсии применялись интерактивные методы.

Проанализировав последнее анкетирование, мы разработали рекомендацию по организации и проведению экскурсий по объектам XXIX Всемирной зимней Универсиады – 2019. Чтобы снизить темп показа объектов и разгрузить информативность данной экскурсии, мы советуем сократить историческую часть рассказа и больше уделить внимания «мелочам» и жизненным ситуациям, которые происходили при проведении Универсиады-2019, также для более подробного просмотра некоторых объектов мы рекомендуем экскурсоводам иметь с собой наглядные фотографии размером А4, на которых можно будет более детально изучить объекты. Для того чтобы добавить интерактив в данное мероприятие, мы советуем разработать следующую серию экскурсий:

1) экскурсия по объектам, находящимся при Сибирском федеральном университете, с использованием аудиогuida;

2) обычная экскурсия согласно разработанному плану;

3) экскурсия с включением квест-игры для экскурсантов.

Таким образом, следуя разработанной рекомендации, можно увеличить контингент клиентов на данную экскурсию, экскурсанты смогут выбрать ту экскурсию, которая будет включать в себя тот необходимый элемент, который им нужен, также они смогут более углубленно ознакомиться с тематикой Универсиады-2019, у них будет возможность посетить конкретно ту экскурсию, в которой содержательно и интересно предоставят информацию о спортивных объектах Универсиады-2019 в виде брошюр, листовок, информационных листов.

Список литературы

1. Официальный сайт XXIX Всемирной зимней универсиады 2019 года в г. Красноярске [Электронный ресурс]. URL: https://krsk2019.com/ru/news_items/733.

ОСОБЕННОСТИ ТЕСТИРОВАНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА НА ЭТАПЕ СПОРТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

А.С. Доленко*

Научный руководитель С.Л. Садырин
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Для достижения высоких результатов в стрельбе из лука необходимо уделять большое внимание как физической, технической, так и психологической подготовке стрелков из лука. При изучении вопроса о подготовке стрелков из лука на этапе спортивного совершенствования обнаружилось недостаточное количество научно обоснованных методических разработок в этой области, то есть в области тестирования подготовки стрелков из лука и определения слабых специальных координационных способностей. Результат соревнований в стрельбе из лука зависит от степени подготовленности спортсменов. В свою очередь, подготовленность – это совокупность множества факторов и требует более глубокого изучения [2].

Стандартные программы подготовки стрелков из лука на этапе спортивного совершенствования подразумевают использование увеличения индивидуализации в программе подготовки, в том числе и контроль. В качестве контроля используются результаты, показанные спортсменом на соревнованиях, и педагогический контроль со стороны тренера, что не позволяет в полной мере определить слабые места в подготовленности. Для качественной оценки развития этих факторов требуются специализированные тесты [1].

Для качественной оценки развития факторов подготовленности стрелков из лука на этапе спортивного совершенствования на сегодняшний день качестве основного теста используются тестовые стрельбы, но фиксация результата производится по правилам записи результата на спортивных соревнованиях, то есть результат в подходе записывают с большего номинала попадания к меньшему (запись результата в подходе ведется с большего к меньшему результату, например: 10, 8, 6), затем суммируют, а в итоге получают общий результат. По завершении тестовых стрельб получаем данные, которые показывают только общий результат и общую динамику формирования результата в процессе стрельб, что не позволяет в полной мере оценить слабые места в подготовке спортсменов. Если изменить способ фиксации результатов тестовых стрельб, а именно если мы будем фиксировать результат стрельбы по фактическому результату в порядке выполнения выстрелов (записываем результат первого выстрела, затем второго выстрела и в последнюю очередь третьего, например: 6,10,8), фиксировать не только сам результат, но и положение каждой стрелы в

* © Доленко А.С., 2019

мишени, фиксировать время, затраченное на каждый выстрел и т. п., то мы получим намного более полные данные, отражающие формирование результата, а значит сможем наиболее точно определить, какие именно факторы снижают уровень подготовленности спортсмена. Например, фиксация результата в порядке выполнения выстрелов может нам позволить проанализировать, какой именно выстрел у спортсмена имеет наименьший результат и позволит сделать выводы для дальнейшего устранения ошибки, провоцирующей уменьшение результата.

На диаграмме (рис. 1) мы видим результаты данного теста для трех спортсменов, отображающий результат суммы первого, второго и третьего выстрела в подходах в процессе выполнения теста, из которого видны недочеты подготовленности спортсменов. В частности, из графика мы можем заключить, что у спортсмена 1 первые выстрелы имеют худший результат, чем вторые, а результат вторых выстрелов хуже, чем результаты третьих, что говорит о том, что в процессе стрельбы результат улучшается, возможными причинами могут быть как недостаточная подготовка к стрельбе (неэффективная разминка), неудовлетворительная стартовая готовность (недостатки психологического стартового состояния). У спортсмена 2 график имеет практически горизонтальную форму с небольшим восходящим эффектом, что говорит о высокой стабильности и хорошей подготовленности спортсмена на данном этапе подготовки. У спортсмена 3 график имеет нисходящую форму, причиной которой может быть недостаточная физическая подготовка или ухудшение психологического состояния спортсмена.



Рис. 1

Также для оценки развития факторов подготовленности можно использовать специализированные тесты, такие как тест на определение среднего, минимального и максимального круга колебаний. Каждый спортсмен выполнил десять серий по одному выстрелу, для соблюдения чистоты эксперимента одной и той же стрелой, т. е. в итоге по тестируемые выполняли по десять выстрелов. В процессе выполнения теста после каждого выстрела фиксировалось расстояние от стрелы до центра мишени. Используя результаты, мы определили среднее,

минимальное и максимальное значения круга колебаний. Еще более точное и наглядное представление о том, как происходит процесс выстрела, представит тест с лазером: к прицелу крепится лазер и осуществляем видеофиксацию выстрела. На рис. 2 мы видим результаты видеофиксации выстрелов спортсменов.



Рис. 2

По результатам этих тестов мы можем сделать полную и точную оценку развития факторов подготовленности спортсменов на этапе спортивного совершенствования и составить индивидуальный план тренировок, направленный на улучшение индивидуальной подготовленности стрелка из лука на этапе спортивного совершенствования.

Список литературы

1. Адашевский В. М., Ермаков С. С., Шабашов В. А. Определение основных рациональных биомеханических характеристик в стрельбе из лука // Физическое воспитание студентов. 2012. № 3. С. 5–10.
2. Байдыченко Т. В., Архипова Е. А., Шакиров Р. В. Совершенствование технической подготовленности спортсменов, стрелков из лука // Научно-теоретический журнал «Ученые записки». 2014. № 3. С. 19–25.
3. Варламов Д. Б. Координационные способности и факторы, влияющие на их развитие // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 5. С. 293–294.
4. Гомбожапова Х. Д. Структурно-функциональная модель отдельного выстрела в стрельбе из лука // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 13. С. 74–79.
5. Богданов А. И. Специальная подготовка стрелка из лука. М. : «Физкультура и спорт», 1971. 56 с.
6. Жуков Р. С., Залян Е. В. Особенности развития координационных способностей на этапе совершенствования спортивного мастерства в стрельбе из лука // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. 2015. № 1. С. 42–49.
7. Образовательная программа МБОУ ДОД «ДЮСШ № 15 «Динамо» г. Улан-Удэ» на 2012–2016. Улан-Удэ, 2012. 20 с.

ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕНСОРНОЙ ТРОПЫ В ГОРОДЕ КРАСНОЯРСКЕ

С.М. Майданник*

Научный руководитель А.В. Берлякова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В последнее время в мире все чаще поднимается вопрос о создании безбарьерной среды для людей, имеющих какие-либо ограничения в передвижении. Безбарьерной (доступной) средой, как правило, называют обычную среду, оборудованную с учетом потребностей, возникающих в связи с инвалидностью, что позволяет таким людям вести независимый образ жизни [1].

В зарубежной практике создания безбарьерной среды для туризма чаще всего встречаются специализированные экологические тропы для людей с ограниченными возможностями передвижения (инвалидов-колясочников) или восприятия окружающего мира (слабовидящих, незрячих, глухих). В связи с чем возникла идея создания такой специализированной экологической сенсорной тропы в пределах Красноярска для незрячих и слабовидящих людей. Данная идея не нова, на территории заповедника «Столбы» уже около года действует «Белая тропа» [2]. Но для миллионного города этого недостаточно.

На начальном этапе разработки проекта тропы было проведено исследование по выявлению потенциального интереса жителей города Красноярска к перспективному туристско-рекреационному объекту, в основе которого были использованы методы социологического опроса, а также анализа и интерпретации полученных данных. Для проведения исследования было разработано 11 вопросов: три вопроса общего характера (на выявление гендерной принадлежности, возраста респондентов, рода деятельности) и восемь специальных вопросов, направленных на выявление интереса у жителей Красноярска к разработке сенсорной тропы в пределах города.

В опросе (большая часть которого проходила посредством интервьюирования на территории «Татышев-парка») приняло участие 236 человека, из которых большинство составляли женщины 139 человека (58,8 %). При проведении опроса предполагалось опрашивать респондентов разной возрастной категории, но при подведении итогов был выявлен лидер – возрастная категория 18–24 года (47,8 %). За ней следуют возрастные категории 25–34 года (21,8 %) и респонденты возраста 35–44 (21,7 %). Более старший возраст – от 45 лет был представлен незначительно (8,8 %).

В ходе исследования удалось выяснить, что большинство респондентов (58 %) знакомы с понятиями «безбарьерная среда» и «безбарьерный туризм».

* © Майданник С.М., 2019

Тем не менее стоит отметить, что при описании значения понятия «безбарьерный туризм» мнения опрошенных разошлись. Наиболее популярным был вариант: «туризм для любой категории граждан», где респонденты предполагали, что туристский объект должен быть спроектирован как для обычных туристов, так и для туристов с ограниченными возможностями. Среди участников опроса 75 % считают, что туристские объекты, предназначенные для людей с ограниченными возможностями, будут также интересны и обычным гражданам (в данном случае, как пример, мы рассматривали тактильный музей или сенсорную тропу).

Нам важно было узнать мнение респондентов, касающееся вопроса о развитии безбарьерной среды в г. Красноярске, на что большинство опрошенных, на удивление, дали утвердительный ответ (63,55 %). На вопрос о том, что необходимо еще сделать, чтобы создать комфортные условия отдыха для людей с ограниченными возможностями, многие отмечали: более удобный транспорт, поставить звуковые светофоры, разместить тактильные плитки и построить пандусы. Также было высказано мнение о привлечении волонтеров для оказания помощи и возможной адаптации объекта туристской инфраструктуры для людей с ограниченными возможностями.

По месту расположения будущего адаптированного объекта для людей с ограниченными возможностями мнения опрошенных примерно равны. Респонденты, отдавшие голоса за о. Татышев (36 %) и парк Горького (31 %), объясняют свой выбор удобством расположения в центре города, что несомненно удобно для большинства граждан. Эко-парк «Гремячая грива» отметили 33 % опрошенных, основываясь на том, что эко-парк расположен в более экологичном месте с чистым воздухом и интересным ландшафтом.

Исследование было бы неполным без привлечения эксперта – специалиста из КГБУ «Красноярская краевая специальная библиотека – центр социокультурной реабилитации инвалидов по зрению» («Библиотека слепых»), интервью с которым расширило представление о том, как должен быть адаптирован туристский объект для незрячих и слабовидящих людей. По мнению эксперта, туризм для человека с ограниченными возможностями положительно влияет на эмоциональное состояние. Для таких людей очень важно расширять миропонимание с помощью органов чувств, накапливая в себе положительный заряд энергии.

Особый интерес при разработке адаптированного объекта для незрячих и слабовидящих эксперт просил уделить разработке и логистике при создании инфраструктуры «от крыльца до крыльца». Создание тропы будет бесполезным, с точки зрения людей с ограниченными возможностями по зрению, если до нее они не смогут добраться самостоятельно или на пути к ней будут возникать ряд препятствий (например, отсутствие близкой парковки или удаленность от остановки общественного транспорта, как на о. Татышев). В связи с чем наиболее удобным месторасположением будущего адаптированного объекта для незрячих и слабовидящих людей на сегодняшний день эксперт видит эко-парк «Гремячая грива».

В процессе интервью эксперт выразил заинтересованность в создании специализированной экологической сенсорной тропы, говоря о том, что это было бы интересно для любой категории граждан. На данный момент идет работа над проектом по созданию тактильного парка в Свердловском районе Красноярска рядом с «Библиотекой слепых». Темой тактильного парка являются арт-объекты и культурные памятники Красноярска, кроме того, в парке предполагается создание прогулочной и спортивной зон. Но при общении с экспертом удалось выяснить, что парк будет небольшим, в связи с чем появление еще одного объекта с большой прогулочной лесопарковой зоной будет актуально. Основываясь на мнении эксперта и выбранного месторасположения будущего адаптированного объекта, стоит предположить его природную тематическую составляющую.

В ходе проведенного исследования был сделан ряд выводов: во-первых, выявлена заинтересованность (результаты исследования показали, что более половины респондентов (70,8 %) считают, что создание специализированной экологической сенсорной тропы в пределах Красноярска будет не только полезно для людей с ограниченными возможностями, но также интересно для всех жителей); во-вторых, будущий адаптированный объект нужно проектировать в эко-парке «Гремячая грива»; в третьих, необходимо продумать доступность его самостоятельного посещения незрячими и слабовидящими людьми.

Список литературы

1. Романов П. В., Ярская-Смирнова Е. Р., Вайтфилд С., Келли С. Социологическое исследование проблем инвалидности и реабилитации в Российской Федерации. Анализ основных результатов исследования. М., 2009.
2. Чижова В. П., Шестакова Е. С., Рудык А. Н., Берлякова А. В. Инклюзивный туризм на ООПТ Алтае-Саянского экорегиона // Ландшафтная география в XXI веке : материалы Междунар. науч. конференции / под ред. Е.А. Позаченюк, Симферополь, 11–14 сентября 2018 г. Симферополь : ООО «Издательство Типография «Ариал», 2018. С. 463–467.

РЕКРЕАЦИОННО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТРИТБОЛА ДЛЯ МОЛОДЕЖИ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

А.А. Окунева*

Научный руководитель С.Н. Чернякова
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

С каждым годом уделяется все большее внимание воспитанию физически здорового и духовно зрелого населения, а также внедрению физической культуры в массы. На основании паспорта федерального проекта «Спорт – норма жизни» к 2024 г. впервые будет запущена масштабная информационно-коммуникационная кампания с охватом не менее 70 % населения, направленная на формирование в обществе новой культуры отношения к физическому развитию и массовому спорту, создание системы индивидуальной мотивации граждан к регулярным занятиям физической культурой и спортом. В настоящее время систематически физической культурой и спортом занимаются 50,1 млн человек, что составляет 36,8 % населения Российской Федерации. Обеспеченность населения объектами спортивной инфраструктуры всех типов составляет 50 % нормативной потребности. В последнее время особую популярность приобрели именно самостоятельные занятия физкультурой – ими легко заниматься в удобном для человека месте и в удобное время. Сейчас для молодежи все более важно, чтобы формы физической нагрузки, которыми они занимаются, были более нетрадиционными, новыми и яркими, оказывали комплексное воздействие на весь организм, психическую сферу. Темп, присущий стритболу, активизирует деятельность органов дыхания и кровообращения, улучшает обмена веществ, задействует в работе все группы мышц [1]. Стритбол можно рассматривать в качестве эффективного и полезного средства физического воспитания и проведения досуга студентов, так как этот вид спорта интересен данной возрастной аудитории [2]. В целом в стритбол может играть абсолютно любой занимающийся, поэтому есть значительные возможности использовать данную игру в рекреационных целях.

На данный момент в теории и методике спортивных игр и физического воспитания недостаточно научных данных и практических рекомендаций по организации и проведению оздоровительных занятий и соревнований по стритболу. Развитие методических аспектов организации спортивных занятий с оздоровительно-рекреативной направленностью таким видом спорта, как стритбол, позволит повысить качество проведения как организованных, так и самостоятельных занятий. Это будет способствовать более эффективному восстановлению организма человека после учебной и рабочей деятельности, органи-

* © Окунева А.А., 2019

зации досуга, улучшению психоэмоционального состояния, развитию и поддержанию физических, психических и психофизиологических качеств [3].

Объект исследования: рекреативная физическая культура молодежи.

Предмет исследования: стритбол как средство рекреации молодого поколения в городе Красноярске.

Целью работы было исследование популярности и заинтересованности молодых людей в стритболе как средстве рекреации, а также изучение влияния стритбола на организм занимающихся.

Методы исследования

В работе использовались следующие методы исследования:

- 1) анализ научно-методической литературы;
- 2) анкетирование;
- 3) педагогический эксперимент.

Анализ научно-методической литературы

В процессе исследования анализировались и обобщались данные научно-методической литературы о необходимости физической рекреации у населения, и в особенности, у молодого поколения. Также была изучена и охарактеризована игра стритбол, возможности ее использования в целях рекреации молодежи, влияние стритбола на организм занимающихся, а также развитость и популярность этой игры в настоящий момент. При анализе литературных источников нам было важно определить, насколько освещена данная тема, насколько она актуальна, какие исследования проводились по нашей проблеме. Тем самым была сформирована теоретическая база осуществленного исследования.

Анкетирование

В апреле – мае 2018 г. было проведено анкетирование среди молодежи города Красноярска с целью анализа рекреативных возможностей и популярности стритбола в нашем городе. В исследовании приняли участие 324 респондента. Полученные результаты анкетирования были разделены на две группы (занимающиеся и не занимающиеся стритболом). Среди занимающихся стритболом молодых людей популярным и развитым этот вид спорта считает почти половина опрошенных. Из не занимающихся стритболом 76 % опрошенных затрудняются дать ответ на этот вопрос, из чего следует что они плохо осведомлены или не владеют информацией о данном виде спорта, соответственно, не имеют представления об этой игре как возможном средстве рекреации. Мы можем сказать, что стритбол сочетает в себе различные факторы, которые могут благоприятно воздействовать на занимающихся этим видом спортивной деятельности людей. Развивать стритбол как уличный вид спорта среди населения считают нужным 86 % респондентов из всего числа участников анкетирования. Можно предположить, что именно растущая популярность и массовость этого вида спорта позволит привлечь к этой игре все большее ко-

личество людей, которые по достоинству смогут оценить все рекреационные возможности стритбола.

Педагогический эксперимент

Педагогический эксперимент проводился нами в летний период с целью определения влияния занятий стритболом на их функциональные показатели (работоспособность, силовые и скоростно-силовые способности, ловкость и выносливость). В качестве контрольных испытаний нами были выбраны следующие: сгибание и разгибание рук в упоре лежа, бег на среднюю дистанцию (1 000 м), прыжок в длину с места, челночный бег, проба Руфье. В исследовании принимали участие две группы девушек по 10 человек в каждой. Контрольная группа состояла из любительниц разных сезонных (летних) видов двигательной деятельности (бадминтон, ролики, велосипед и др.). Экспериментальная группа включала в себя девушек, регулярно занимающихся стритболом. Возраст испытуемых 17–21 год.

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что в результатах экспериментальной группы после эксперимента были выявлены значимые улучшения таких функциональных показателей, как работоспособность, скоростно-силовые способности, ловкость. Наибольшая динамика изменения была выявлена в измерении ловкости ($P < 0,05$). Это доказывает, что быстрые смены направления движения, резкие остановки и ускорения улучшают работу вестибулярного аппарата. Далее было выявлено положительное изменение скоростно-силовых способностей ($P < 0,05$), что свидетельствует о положительном влиянии стритбола и на них. Также было определено значимое улучшение показателя работоспособности ($P < 0,05$). Это может означать, что систематические занятия стритболом способствуют увеличению объема мышечной работы, которая может быть выполнена без снижения заданного уровня функционирования организма. В обеих группах увеличились показатели силы и выносливости, однако статистически значимо они не различаются ($P > 0,05$). Проведенное нами исследование показало, что систематические занятия стритболом оказывают положительное влияние на организм занимающихся, а именно на улучшение скоростно-силовых качеств, развитие ловкости и повышение работоспособности организма.

Заключение

Рассматривая игру стритбол как средство рекреации для молодого поколения, мы можем утверждать, что ее популярность в нашей стране растет с каждым годом. Игра позволяет заниматься доступным видом спорта, самому выбирать время и место занятий, общаться и знакомиться с новыми людьми. Важным фактором является и то, что стритбол доступный и достаточно мало затратный вид спорта, однако мы выяснили, что большое количество респондентов плохо осведомлены или не осведомлены вообще о данном виде спорта и, соответственно, не имеют представления об этой игре как возможном средстве рекреации. Необходимо создать условия и предоставить возможности

для актуализации у молодежи личностных смыслов формирования здоровья на основе включения их в значимую оздоровительную и физкультурно-спортивную деятельность.

В ходе проведенного исследования, нами было выявлено, что стритбол оказывает положительное влияние на изменение некоторых функциональных показателей, таких как: челночный бег, прыжок в длину и работоспособность занимающихся. Развитие методических аспектов проведения физкультурно-оздоровительных занятий с оздоровительно-рекреативной направленностью, таким видом спорта, как стритбол, будет способствовать более эффективному восстановлению организма человека после учебы, организации досуга и улучшению психоэмоционального состояния занимающихся.

Список литературы

1. Байбакова Т. В. Формирование технико-тактических действий студентов (на примере стритбола) // Омский научный вестник. 2013. № 5(122). С. 191–193.
2. Нестеровский Д. И. Стритбол как фактор формирования здорового образа жизни у студенческой молодежи // Университетское образование (МКУО-2014) : сб. ст. XVIII Междунар. науч.-метод. конф., посвящ. 200-летию со дня рождения М. Ю. Лермонтова (г. Пенза, 10–11 апреля 2014 г.) / под ред. А. Д. Гулякова, Р. М. Печерской. Пенза : Изд-во ПГУ, 2014. С. 346–347.
3. Шилько В. Г., Гусева Н. Л., Шилько Т. А. Физическое воспитание в вузе на основе комплексной технологической модели физкультурно-спортивной деятельности // Теория и практика физической культуры. 2012. № 11. С. 59–62.

**ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ
ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТИВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ
ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТУ»
ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ «ГЕОЛОГИЯ»**

А.Н. Павлов^{1,2*}

Научный руководитель К.К. Марков²
доктор педагогических наук, профессор

¹*Иркутский государственный университет*

²*Иркутский национальный исследовательский технический университет*

Актуальность исследования. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО) подразумевают высокий уровень самостоятельности образовательных организаций высшего образования в возможности индивидуализации учебного процесса [1]. Компетентностный подход, заложенный в основы ФГОС ВО, рассматривает компетенции, которыми должен обладать выпускник образовательной организации высшего образования, как главные целевые установки высшего образования, что открывает большие возможности для поиска новых форм реализации учебных дисциплин, более эффективно формирующих компетенции выпускников образовательных программ высшего образования [2].

Особенно актуален поиск новых средств методов для студентов, обучающихся по направлению подготовки «Геология». Как отметил Президент Российской Федерации В.В. Путин: «Ведь именно от опыта, компетентности, широкого внедрения современных ресурсосберегающих, экологических технологий во многом зависит эффективное развитие горно-геологического комплекса, рост экономических показателей, а значит, качество жизни и благополучие людей» [3].

Проблема исследования. Вместе с переориентацией оценки результатов образования с понятий «подготовленность», «общая культура» на понятия «компетентность» и «профессиональная компетентность» дисциплинам по физической культуре и спорту была отведена задача по формированию универсальной компетенции, позволяющей выпускнику, освоившему программу высшего образования, самостоятельно использовать средства и методы физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности [4].

Результаты исследований использования средств и методов спортивного ориентирования при реализации элективных дисциплин по физической культуре и спорту указывают на то, что с их помощью возможно формирование не только универсальной компетенции или профессионально-прикладной физиче-

* © Павлов А.Н., 2019

ской подготовленности, но и профессиональной компетенции студентов, обучающихся по направлению «Геология» [5]. Так как одна из профессиональных «геологических» компетенций предполагает, что выпускник обладает готовностью в составе научно-производственного коллектива использовать и участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам [4]. Но для практического внедрения средств и методов спортивного ориентирования в учебный процесс необходимо выявить место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и разработать её основные положения.

Цель исследования: разработка основных положений рабочей программы дисциплины (модуля) «элективные дисциплины по физической культуре и спорту» в контексте новых ФГОС ВО.

Методы исследования: теоретический анализ и обобщение литературных данных; изучение документальных материалов.

Результаты исследования. Основные разделы рабочей программы по дисциплине «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» следующие: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре ОПОП, требования к результатам освоения дисциплины, объем дисциплины и виды учебной работы, разумно разработанные разделы описать в таком же порядке.

1. Цели и задачи дисциплины. Цель реализации дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорт» – формирование физической культуры личности и способности направленного использования разнообразных средств физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья, психофизической подготовки и самоподготовки к будущей жизни и профессиональной деятельности, а также формировании профессиональных знаний по использованию карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности.

Основные задачи дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту»:

- понимание социальной значимости физической культуры и её роли в развитии личности и подготовке к профессиональной деятельности;
- знание биологических, психолого-педагогических и практических основ физической культуры и здорового образа жизни;
- овладение системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, психическое благополучие, развитие и совершенствование психофизических способностей, качеств и свойств личности, самоопределение в физической культуре и спорте;
- овладение системой профессионально-прикладных умений и навыков, таких как обращение с компасом, чтение и интерпретация карты, техническими элементами ориентирования на местности (бег в направлении, оценка расстояния), тактических действий при ориентировании на местности (выбор варианта движения, учет влияния рельефа, учет влияния проходимости, учет сложности ориентирования).

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы. Дисциплина «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» входит в вариативную часть цикла общепрофессиональных дисциплин Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по подготовке студентов по направлению 05.03.01 «Геология».

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины школьного курса: «Физическая культура», «ОБЖ». Дисциплина изучается с 1-го по 7-й семестры. Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной, – «Безопасность жизнедеятельности», «Геодезия с основами космоаэро съемки», «Структурная геология», «Геологическое картирование», «Составление и подготовка карт на основе ГИС-технологий», «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (по геодезии)».

3. Требования к результатам освоения дисциплины: изучение дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» направлено на формирование следующих универсальных и профессиональных компетенций:

- способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (УК – 7).

- готов в составе научно-производственного коллектива участвовать в составлении карт, схем, разрезов и другой установленной отчетности по утвержденным формам (ПК-6).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- научно-практические основы самостоятельного использования средств и методов физического воспитания и укрепления здоровья с учетом индивидуальных особенностей;

- способы определения на местности своего местоположения (точки стояния) относительно сторон горизонта, ориентиров, выделяющихся на общем фоне предметов и элементов рельефа, а также направления движения с помощью компаса, карты, аэрофотоснимка или приближенно по местным предметам;

уметь: – самостоятельно подбирать и выполнять индивидуально подобранные комплексы физических упражнений оздоровительной/адаптивной физической культуры;

- самостоятельно использовать компас, читать и интерпретировать карты, использовать технические элементы ориентирования бег в направлении, оценка расстояния при передвижении по незнакомой местности;

владеть:

- системой практических умений и навыков, обеспечивающих сохранение и укрепление здоровья, развитием и совершенствованием психофизических

способностей и качеств (с выполнением установленных нормативов по общей физической и спортивно-технической подготовке);

– навыками самостоятельного ориентирования на местности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;

4. Объем дисциплины и виды учебной работы: дисциплина (модуль) «Элективные дисциплины по физической культуре» реализуется при очной форме обучения в объеме не менее 328 академических часов. Указанные академические часы являются обязательными для освоения и в зачетные единицы не переводятся. Должно быть предусмотрено проведение практических занятий: в 1 и 2 семестрах по 3 ч в неделю; в 3 и 4 семестрах по 4 ч в неделю; в 5, 6, 7, 8 семестрах по 2 ч в неделю.

Заключение: на основе описанных выше результатов на кафедре физкультурно-оздоровительного центра Иркутского государственного университета были составлены рабочие программы дисциплины «Элективные дисциплины по физической культуре и спорту» и внедрены в практику реализации дисциплины для студентов, обучающихся по направлению «Геология».

Список литературы

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования на 2011–2020 годы» [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 15.05.2013 № 792-р // Сайт минобрнауки Российской Федерации. URL: <https://минобрнауки.рф>.

2. Проектирование государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования нового поколения : метод. рекомендации для руководителей УМО вузов Российской Федерации. М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет УМО и НМС, 2005. С. 29.

3. Официальные сетевые ресурсы Президента России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/letters/60232>.

4. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 05.03.01 Геология (уровень бакалавриат) [Электронный ресурс] : приказ Минобрнауки России от 07.08.2014 № 954 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». URL: <http://www.consultant.ru>.

5. Павлов А. Н., Марков К. К., Проходовская Р. Ф. Спортивное ориентирование как фактор формирования профессиональных компетенций студентов, обучающихся по направлению подготовки «Геология» // Физическая культура: спорт, здоровье, образование : материалы Междунар. науч.-метод. конф. Иркутск, 22 июня 2018 г. / ФГБОУ ВО «ИГУ». Иркутск: Изд-во ИГУ, 2018. С. 56–60.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ
СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ ДЕВОЧЕК 13–15 ЛЕТ
ТРЕНИРОВОЧНОГО ЭТАПА ПО СПОРТИВНОМУ ТУРИЗМУ
В ДИСЦИПЛИНЕ СПЕЛЕО**

С.В. Рожин, О.Е. Орлова-Перминова*

Научный руководитель С.Л. Садырин
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

Спортивный туризм – это официально признанный в РФ вид спорта, внесенный Реестр видов спорта. Он охватывает огромное число дисциплин, сильно отличающихся друг от друга, среди которых выделяется дисциплина спелео, особенность которой заключается в прохождении дистанции с использованием специального снаряжения по искусственному или естественному рельефу с выполнением технических задач в кратчайшее время. При этом на дистанциях, уже начиная со 2-го класса сложности, необходимо транспортировать груз [1]. Эталонных дистанций в спортивном туризме в дисциплине спелео не бывает. Продолжительность работы спортсмена на дистанции, в зависимости от класса сложности, может варьироваться, в среднем, от 5 до 100 минут.

Развитие специальной выносливости является одним из основных аспектов в подготовке спортсменов по спортивному туризму. Силовая выносливость, являющаяся составной частью специальной выносливости, играет исключительно важную роль для достижения высоких результатов, что вызывает необходимость использования строго специфических методик её развития [2, 3].

С начала нового учебного года до первых соревнований на подготовку спортсменов отводится всего 2 месяца. В последние годы мы всё чаще сталкиваемся с проблемой сильного ухудшения результатов за время летнего отдыха спортсменов. Следовательно, данная работа имеет исключительно прикладной характер и практическую значимость.

Анализ литературных источников позволил выяснить, что ряд авторов предлагает развивать специальную выносливость на этапе углубленной специализации [4, 5], но в дисциплине спелео спортивного туризма специфика соревновательной деятельности требует развивать специальную выносливость, в том числе силовую, уже на тренировочном этапе 1-2 года обучения.

Целью работы была разработка комплекса упражнений, направленного на повышение уровня развития силовой выносливости для ускоренной подготовки к соревнованиям и последующее использование этого комплекса для разработки методики развития силовой выносливости девочек 13–15 лет тренировочного этапа по спортивному туризму в дисциплине спелео.

* © Рожин С.В., Орлова-Перминова О.Е., 2019

Работа выполнялась в несколько этапов: изучение литературных источников, подбор контрольно-измерительных тестов, разработка комплекса упражнений и проверка его эффективности с помощью педагогического эксперимента.

В исследовании принимали участие тренировочные группы 3-го года обучения, что соответствует 2-му году обучения тренировочного этапа. Группы состояли из 10 спортсменок в возрасте 13–15 лет с подготовкой на уровне от 2-го спортивного до 3-го юношеского разряда. Занятия проходили на базе КРДМОТСО «Спелеоклуб ВСИТ».

Комплекс состоял из 9 упражнений, объединенных в серию, три серии выполнялись без отдыха. Комплекс выполнялся на специальных веревочных тренажерах, изготовленных специально для данного комплекса и максимально приближенными к соревновательным дистанциям (рис. 1).



Рис. 1. Веревочный тренажер «Крутонаклонный троллей»

Условиями выполнения были непрерывность процесса и наличие отягощения. Начальный вес груза 1–2 кг. Затем девочки в 3-минутный перерыв пристегивали дополнительный груз (до 5 кг для спортсменок со 2 и 3 спортивным разрядом и до 3 кг для спортсменок с юношескими разрядами) и повторяли еще две серии, которые выполнялись до значительного утомления («до отказа»), после чего во время 5-минутного перерыва груз снимался, а заключительные две серии выполнялись без отягощения. Итого затрачивалось на повторение серий 40–50 минут. Ранее в таком виде комплекс на тренировках не использовался. В комплексе делается акцент на специально-подготовительные упражнения, максимально приближенные к соревновательным. Разнообразные упражнения с отягощениями выполняются методом повторных усилий с многократным преодолением непределенного сопротивления до значительного утомления или «до отказа», а также методом круговой тренировки [6].

До и после внедрения комплекса занимающиеся проходили тестирование с помощью тестов [7]. Результаты контрольной и экспериментальной групп представлены в таблице и диаграмме (рис. 2).

**Динамика показателей подготовки
по результатам педагогического эксперимента**

		Среднее значение		Прирост	
		До	После	Абсол. прирост	Относит. прирост, %
Тест 1 «Лечь-сесть»	ЭГ	18,3	31,8	13,5	73,77
	КГ	17,6	18,3	0,7	3,98
Тест 2 «Поднимание и опускание прямых ног»	ЭГ	38,1	57,1	19	49,87
	КГ	41,6	42,7	1,1	2,64
Тест 3 «Удержание в висе на согнутых руках»	ЭГ	2,9	4,7	1,8	62,07
	КГ	3,3	3,4	0,1	3,03
Тест 4 «Удержание туловища»	ЭГ	33,7	38,6	4,9	14,54
	КГ	32,4	32,7	0,3	0,93
Тест 5 «Отжимание в упоре лежа»	ЭГ	24	26,8	2,8	11,67
	КГ	22,8	23,7	0,9	3,95

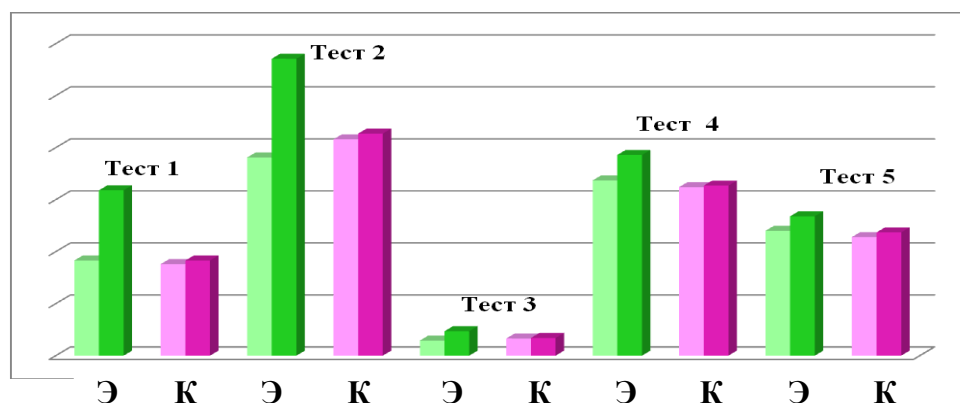


Рис. 2. Сводные результаты тестирования экспериментальной и контрольной групп по пяти тестам: Э – результаты экспериментальной группы; К – результаты контрольной группы

На диаграмме можно увидеть существенный прирост силовой выносливости в экспериментальной группе и практически отсутствие прироста в контрольной группе, несмотря на то, что спортсменки из этой группы тоже тренировались, но комплекс не выполняли. Самый большой относительный прирост (74 %) мы имеем по первому тесту, где определялась силовая выносливость мышц брюшного пресса; высокий прирост (62 %) показали спортсменки и в силовой выносливости рук (тест 3).

Положительные результаты, полученные в ходе эксперимента, позволили спортсменкам экспериментальной группы выполнить спортивные разряды и занять достойные места на соревнованиях. Рейтинг результатов участия в четырех соревнованиях различного статуса представлен на диаграмме (рис. 3).

РЕЙТИНГ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧАСТИЯ В СОРЕВНОВАНИЯХ

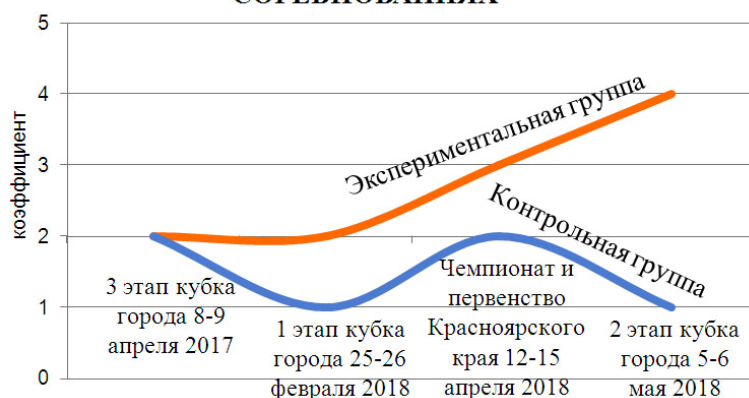


Рис. 3. Рейтинг результатов участия в соревнованиях

На начало исследования спортсменки были в состоянии преодолеть всю соревновательную дистанцию с запланированной скоростью и без нарушения техники только без отягощения. Однако разработанный комплекс способствовал не только становлению соревновательной техники спортсменок в усложненных условиях, но и повысил их энергетический потенциал и экономичность работы.

Кроме того, разработанный комплекс позволяет использовать его в комплексной психологической подготовке, воспитывать волевые качества спортсменок, ведь специальная психологическая подготовка по спортивному туризму включает установку на преодоление препятствий, осознание сложности препятствий, формирование твердой уверенности в своих силах [8], умение «терпеть» и бороться с утомлением, преодолевать страх, в том числе страх высоты. Воспитание личностных качеств спортсменов в спортивном туризме имеет прикладное значение и заключается в создании условий для всестороннего развития личности.

С помощью комплекса упражнений и веревочных тренажеров стало возможным создание системы специальных тестов для проверки эффективности методики развития силовой выносливости в спортивном туризме, дисциплине спелео. Валидность тестов в данный момент проверяется.

Данное исследование стало первым шагом в разработке методики развития силовой выносливости девочек на тренировочном этапе в спортивном туризме, дисциплине спелео.

Список литературы

1. Регламент проведения спортивных соревнований по спортивному туризму (дистанции спелео) : утв. Президиумом ФСТР, пр. № 11 от 26.01.2016.
2. Матвеев Л. П. Теория и методика физической культуры (общие основы теории и методики физического воспитания; теоретико-методические аспекты спорта и профессионально-прикладных форм физической культуры) : учебник для ин-тов физ. культуры. М. : Физкультура и спорт, 1991. 543 с.

3. Основы спортивной тренировки: информационный сборник / Сост. В. Г. Личаргин, В. А. Грошев, М. А. Артемова. Красноярск : КУТОР, 2014. 96 с.
4. Смирнов Д. В. Туристское мастерство как средство профессиональной ориентации учащихся в учреждениях дополнительного образования : дис. ... канд. пед. наук. М., 1999. 123 с.
5. Махов В. И. Методика развития специальной выносливости туристско-многоборцев на этапе углубленной специализации : дис. ... канд. пед. наук. Белгород, 2011. 182 с.
6. Озолин Н. Г. Настольная книга тренера. Наука побеждать. М. : ООО «Издательство Астрель». М., 2002. 864 с.
7. Лях В. И. Тесты в физическом воспитании школьников : пособие для учителей. М. : ООО «Фирма «Издательство АСТ», 1998. 272 с.
8. Истомин П. И. Туристская деятельность школьников: вопросы теории и методики. М. : Педагогика, 1987. 172 с.

**СИСТЕМА ОЦЕНКИ ИСПЫТАНИЯ
«ТУРИСТСКИЙ ПОХОД С ПРОВЕРКОЙ ТУРИСТСКИХ НАВЫКОВ»
В ВФСК ГТО**

А.И. Россовская*

Научный руководитель В.М. Гелецкий

кандидат педагогических наук

Сибирский федеральный университет

Аннотация: в исследовании был определен ряд проблем, которые вызывают сложности в организации испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков», и предложены возможные решения некоторых из них.

Ключевые слова: комплекс ВФСК ГТО, оценка туристских навыков, туристский поход.

Актуальность темы исследования: известно, что занятия туризмом способствуют формированию многих жизненно-важных навыков, поэтому включение его в ВФСК ГТО вполне оправдано, поскольку создает благоприятные условия и стимулирует к занятиям туризмом, однако существует ряд сложностей в организации данного испытания, которые снижают его доступность для широких слоев населения. Одной из таких сложностей, по нашему мнению, является состав тестов для оценки этого испытания.

Цель исследования – совершенствование организации испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков» ВФСК ГТО.

В соответствии с поставленной целью в работе были выделены следующие задачи:

- 1) выявить особенности организации туристского похода в рамках ВФСК ГТО;
- 2) определить оптимальный перечень туристских навыков для III–IX возрастных ступеней ВФСК ГТО.

В работе были использованы следующие методы исследования: анализ литературных источников, анкетирование, интервьюирование, наблюдение, хронометрирование.

Анализ литературных источников показал, что одна из проблем в организации испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков» – недостаточно информативные методические рекомендации: нет объективной системы оценки туристских навыков, состав судейской коллегии регламентирован только для проведения испытания с большим количеством испытуемых – от 100 и более человек [1]. Однако статистика показывает, что часто испытания проводятся для небольших групп и рекомендуемый состав судей не вполне оправдан. Например, в Красноярском крае за 2018 г. испытание было проведено в 19 центрах тестирования, в которых приняло участие 216 человек. Следова-

* © Россовская А.И., 2019

тельно, количество участников в одном испытании составляет в среднем около 10 человек.

В результате опроса специалистов был выявлен ряд причин, вызывающих сложности в проведении испытания: во многих центрах тестирования нет или недостаточно специализированного оборудования и инвентаря, предназначенного для проведения испытания; недостаток квалифицированного судейского персонала; среди участников много недостаточно подготовленных к выполнению испытания; нет условий для организации похода.

В Центре тестирования ВФСК ГТО СФУ мы провели испытание «Туристский поход с проверкой туристских навыков» согласно методическим рекомендациям, утвержденным министерством спорта. В процессе его организации мы столкнулись с проблемами, которые были определены ранее.

Одним из путей решения этих проблем, по нашему мнению, может стать оптимизация перечня туристских навыков для оценки данного испытания.

С целью выявления оптимального перечня туристских навыков для III–IX возрастных ступеней ВФСК ГТО, был проведен опрос специалистов, результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Значимость туристских навыков
в III–IX возрастных ступеней ВФСК ГТО**

Возраст (лет)	11–12	13–15	16–17	18–29	30–39	40–49	50–59
Туристские навыки / Ступень	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Установка палатки	8,2	21,3	31,1	78,6	83,6	47,5	36,1
Укладка рюкзака	85,2	44,3	39,3	34,4	18,0	21,3	19,7
Разведение костра	67,2	100	100	24,6	11,5	11,5	3,3
Преодоление естественных препятствий	100	100	100	100	100	27,9	8,2
Вязка узлов	19,7	85,2	96,7	98,4	98,4	72,1	60,7
Навыки ориентирования	91,8	98,4	93,4	90,2	83,6	93,4	91,8
Оказание первой помощи	27,9	31,1	65,6	77,0	88,5	63,9	60,7
Способы транспортировки пострадавшего	68,9	72,1	34,4	31,1	21,3	14,8	4,9
Экологические навыки	6,6	4,9	1,6	0	0	0	0

Результаты показали, что значимость туристских навыков в III–IX ступенях ВФСК ГТО неоднородна. Так, по мнению специалистов, «навыки ориентирования» необходимы для выполнения испытания во всех представленных возрастных ступенях. «Преодоление естественных препятствий» имеет 100 % выбор опрошенных респондентов в III–VII ступенях, тогда как выбор «экологических навыков» с VI по IX ступень равен 0 %. Наибольшую значимость выполнения туристского навыка «укладка рюкзака» среди III–IX возрастных ступеней имеет III ступень – 85,2 % от общего количества опрошенных специалистов.

Демонстрация «вязки узлов» характерна для IV–VIII ступеней ВФСК ГТО. Среди III–IX возрастных ступеней «установка палатки» имеет квалифицированное большинство только в VI и VII ступенях.

Следует отметить, что для выполнения испытания участникам VIII и IX ступени, согласно методическим рекомендациям, утвержденным министерством спорта, необходимо только пройти туристский поход в 5 км. Но результаты опроса показали, что для получения знака отличия участникам VIII и IX ступени рекомендовано не только пройти туристский поход, но и продемонстрировать владение некоторыми туристскими навыками.

На основе экспертной оценки мы сформировали перечень туристских навыков, используемых при выполнении испытания, для III–IX возрастных ступеней ВФСК ГТО. Критерием отбора этих навыков является квалифицированное большинство – 66,7 % (2/3) от общего количества опрошенных специалистов. Группы туристских навыков представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Распределение туристских навыков для оценки испытания
«Туристский поход с проверкой туристских навыков» в ВФСК ГТО**

Туристские навыки	Возрастные ступени						
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Установка палатки				+	+		
Укладка рюкзака	+						
Разведение костра	+	+	+				
Преодоление естественных препятствий	+	+	+	+	+		
Вязка узлов		+	+	+	+	+	
Навыки ориентирования	+	+	+	+	+	+	+
Оказание первой помощи			+	+	+		
Способы транспортировки пострадавшего	+	+					
Экологические навыки							

Таким образом, для выполнения испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков» необходимо: участникам III–VII возрастных ступеней ВФСК ГТО продемонстрировать 5 туристских навыков, VIII и IX ступеням по 3 и 1 туристскому навыку соответственно. Необходимо отметить, что в V возрастную ступень был включен навык, процент экспертной оценки которого близкий к 66,7 %: «оказание первой помощи» – 65,6 %.

Выводы

1. Исследование выявило ряд проблем в организации испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков»: отсутствие во многих центрах тестирования специализированного оборудования; недостаток квалифициро-

ванного судейского персонала; среди участников много недостаточно подготовленных к выполнению испытания. Одной из главных проблем является отсутствие информативных методических рекомендаций – нет полной системы оценки нарушений, состав судейской коллегии регламентирован только для масштабного проведения испытания.

2. В ходе работы, на основе экспертной оценки был определен оптимальный перечень туристских навыков для III-IX возрастных ступеней ВФСК ГТО. Необходимо отметить, что новые условия выполнения испытания «Туристский поход с проверкой туристских навыков» способствуют частичному устранению выявленных организационных проблем.

Список литературы

1. Подготовка граждан, в том числе самостоятельная подготовка граждан, и подготовка лиц, подлежащих к призыву на военную службу, к выполнению нормативов и требований Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) для физкультурно-спортивных работников и организаторов тестовых мероприятий : метод. пособие / Министерство спорта. М., 2014. 94 с.

КОМФОРТНОСТЬ СПОРТИВНЫХ СООРУЖЕНИЙ

М.А. Сенникова, Д. И. Шараев*

Научный руководитель А.И. Чикуров
кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

В статье рассмотрен вопрос комфортности спортивных сооружений для потребителей спортивных услуг. Комфорт потребителей спортивных услуг может быть обусловлен набором функций и их характеристик, заложенных в процессе проектирования, строительства спортивных сооружений, а также качественным процессом их эксплуатации.

Другие типы общественных сооружений имеют долгую эволюцию преобразования на протяжении веков, границы эволюции спортивных сооружений округленно лежат в рамках XX в. Длительный застой в строительстве сооружений для спорта сменился активным развитием, при этом появление большого количества новых оригинальных спортивных комплексов в нашей стране не решает проблему их функциональности и комфортности. Отсутствует чёткая обоснованная стратегия в выборе оптимальных объемно-планировочных структур, отвечающих требованиям функциональности и комфортности спортивного сооружения в ходе его эксплуатации [1].

Комфорт определяется как «комплекс максимально благоприятных для субъекта условий внешней и внутренней среды, включающий и психологические факторы. В состоянии комфорта отмечается отсутствие напряжения психических и физиологических функций организма. В значительной мере чувство комфорта зависит от состояния гомеостаза. О субъективных ощущениях, присущих состоянию комфорта, говорят, как о чувстве комфорта» [2].

На этапе проектирования и строительства спортивные сооружения наполняют функциями и их характеристиками для последующего формирования и реализации набора услуг потребителям [3]. На этапе эксплуатации осуществляется использование имеющихся функций и характеристик спортивного сооружения для предоставления спортивных услуг. Заложенные характеристики функциональных зон, архитектурно-планировочных, конструктивных, инженерных и технологических решений должны обеспечивать безопасность, комфортность и экономичность функционирования и эксплуатации спортивных сооружений.

На сегодняшний день на государственном уровне определен и закреплён спектр функций и их характеристик, наличие которых является обязательным при проектировании, строительстве и эксплуатации спортивных сооружений. Анализ данных функций и характеристик показал, что их основным содержанием является обеспечение безопасности всех структурных компонентов спор-

* © Сенникова М.А., Шараев Д.И., 2019

тивного сооружения, меньше спортивная составляющая – соответствия правилам вида спорта [4–8]. При этом отсутствует должное внимание к целому ряду не менее значимых факторов, обеспечивающих комфортность спортивного сооружения, что может явиться причиной низкого качества проведения мероприятий, включая наличие возможности у спортсменов показать высокий спортивный результат.

Так, исключается значимость цветового оформления спортивных сооружений. Воздействию цвета на человека в настоящее время уделяется очень большое внимание. Касаясь вопросов физиологического воздействия цвета на человека и рассматривая чувственно-нравственное воздействие цветов, говорят о возможности влияния на работоспособность, аппетит, эмоции, кровяное давление, внимание и даже остроту слуха. Цветовое окружение непосредственно влияет на эмоциональное и психофизическое состояние. Даже один и тот же цвет, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, вызывает у нас положительные или отрицательные эмоции [9].

К таким же факторам, не получившим должного внимания, можно отнести: геометрию пространства, количество, размер и размещение помещений объекта (раздевалки, холлы, фойе и т. д., «естественная навигация»), эргономичность объекта (принцип одного окна), качество и содержание аудио- и видеосопровождения, эстетика, гармоничность и концептуальность дизайна и т. д. «Задачей этих функций и их характеристик является создание такой среды, которая истинно комфортна для человека, отвечает его сознательным и подсознательным потребностям, способна корректировать негативные и активизирует позитивные аспекты жизнедеятельности» [10].

В первой схеме (рис. 1) указаны функции и их характеристики, определенные нормативно на сегодняшний день. Функции, характеристики и содержание объединены в блоки по принципу функционального значения. Вторая схема (рис. 2), являясь продолжением первой, показывает функции и характеристики, важность которых мало учитывается на сегодняшний день.

Все функции и их характеристики можно условно разделить на прямые и косвенные. Прямые обеспечивают непосредственно комфортность, косвенные – условия для создания комфортности. При разработке второй схемы использованы определения функций дизайна Т. Ю. Быстровой [11].

Необходимо стремиться к тому, чтобы так спроектировать, построить и эксплуатировать спортивные сооружения, что это отвечало бы специфике спортивного процесса, затрагивая все его аспекты, удовлетворяло потребности всех его участников, способствовало развитию культуры не только в спорте, но и в обществе в целом. В этом благоприятном для всех сторон взаимодействии заложено глубокое значение творческого и личностно-ориентированного подхода в такой широкой и многосторонней области, как спорт.

Все это указывает на то, что необходима детальная разработки и нормирование функций и их характеристик, обеспечивающих комфортность спортивного сооружения для потребителей услуг.



Рис. 1

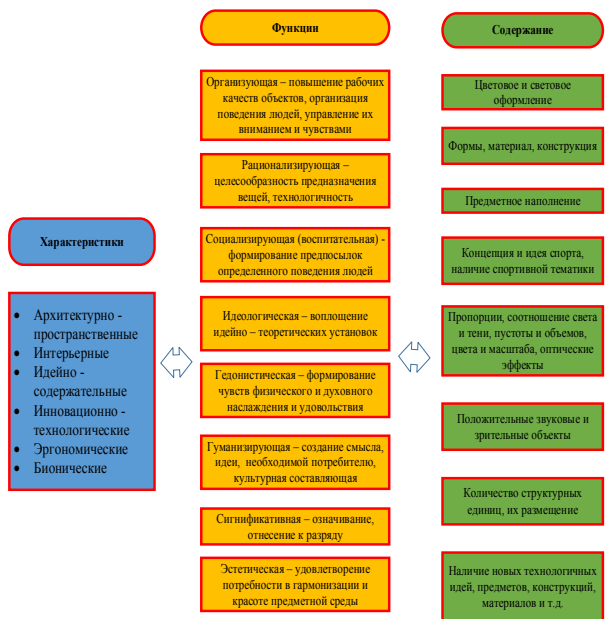


Рис. 2

Список литературы

1. Белоносов С. А. Архитектурное формирование перспективных многофункциональных спортивных комплексов: в крупных индустриальных городах. 2009. С. 2.
2. Блейхер В. М., Крук И. В. Толковый словарь психиатрических терминов. 1995. С. 162.
3. Аристова Л. В., Вараксин П. А., Смирницкий Н. С. Эксплуатационное переустройство спортивных сооружений // Интернет-журнал «Науковедение». Т. 8. № 2 (2016). URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/147TVN216.pdf>.
4. ГОСТ Р 55529–2013 Требования безопасности при проведении спортивных и физкультурных мероприятий. Методы испытаний.
5. ГОСТ Р 52024–2003 Услуги физкультурно-оздоровительные и спортивные. Общие требования.
6. ГОСТ Р 52025–2003 Услуги физкультурно-оздоровительные и спортивные. Требования безопасности потребителей.
7. Об утверждении СП 2.1.2.3304–15 «Санитарно-эпидемиологические требования к размещению, устройству и содержанию объектов спорта»: постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2015 № 61.
8. Об утверждении свода правил «Спортивные сооружения. Правила проектирования»: приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 14.11.2017 № 1536/пр.

9. Ческидова И. Б. Воздействие цвета на организм человека как развитие у детей эмоционально-чувственной сферы // Педагогическое образование. № 1. 2009. С. 125–126.

10. Довнар Д. О. Психологические аспекты дизайна / Сибирский федеральный университет.

11. Быстрова Т. Ю. Вещь. Форма. Стиль: Введение в философию дизайна. Екатеринбург: издательство УрГУ, 2001. С. 2–5.

12. Васильев А. В. Проблемы оценки сочетанного влияния шума и других физических факторов на здоровье человека // Известия Самарского центра Российской академии наук. Т. 14. № 6. 2012. С. 160.