



Правительство  
Новосибирской  
области



РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
**Интеллектуальный  
потенциал  
Сибири**

# РНСК-2022

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**Часть 3**

*23-27 мая 2022 года*  
*Новосибирск*

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И ИННОВАЦИОННОЙ  
ПОЛИТИКИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

СОВЕТ РЕКТОРОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ  
30-я Региональная научная студенческая конференция,  
г. Новосибирск, 23-27 мая 2022 г.

Часть 3

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

НОВОСИБИРСК  
2022

УДК 62(063)  
ББК 72(253)я431  
И 23

И 23 **Интеллектуальный потенциал Сибири: 30-я Региональная научная студенческая конференция** (г. Новосибирск, 23-27 мая 2022 г.): материалы конференции: в 4 частях / Под. ред. Казьминой А.С. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.  
ISBN 978-5-7782-4752-9  
Часть 3: Сборник научных трудов. – 643 с.  
ISBN 978-5-7782-4755-0

В сборнике опубликованы результаты научных исследований студентов и аспирантов Высших учебных заведений, представленных на 30-й Региональной научной студенческой конференции «Интеллектуальный потенциал Сибири».

Сборник научных трудов представляет интерес для специалистов в различных областях знаний, учащихся, работников системы высшего образования и Российской академии наук, а также руководителей организаций, занимающихся вопросами внедрения актуальных научных разработок.

В части 1 и 2 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук», «Современные проблемы естественных наук», и «Современные проблемы медицинских и биологических наук» и «Современные проблемы технических наук».

В части 3 сборника опубликованы материалы по направлениям: «Современные проблемы технических наук» и «Современные проблемы искусствоведения и культурологии».

В части 4 опубликованы статьи, отобранные по результатам работы конференции.

*Тексты докладов приведены в авторской редакции*

---

#### **ВУЗЫ-ОРГАНИЗАТОРЫ**

Новосибирский государственный технический университет  
Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»  
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Кречкова  
Новосибирский государственный медицинский университет  
Сибирский государственный университет путей сообщения  
Новосибирский государственный педагогический университет  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
Новосибирский государственный аграрный университет  
Сибирский университет потребительской кооперации

**УДК 62(063)  
ББК 72(253)я431**

**ISBN 978-5-7782-4755-0 (Ч.3)  
ISBN 978-5-7782-4752-9**

© Коллектив авторов, 2022  
© Совет Ректоров  
Новосибирской области, 2022

# **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Информационные технологии

Техническая экология

Энергетика

Проблемы безопасности жизнедеятельности

Транспорт и средства механизации

Строительство и проектирование зданий и сооружений

Экология и природопользование

Геоинформационное обеспечение  
устойчивого развития территорий

Современные практики устойчивого развития  
застроенных территорий

Проблемы и современное состояние  
высокотехнологичных производств

Робототехника и искусственный интеллект



Информационная безопасность

Архитектура и градостроительство

Современные ресурсо- и энергосберегающие строительные материалы  
и технологии"

Математическое моделирование и программирование

Прочность и надежность в машиностроении, самолетостроении и  
аппаратостроении

Электромеханика, электротехника и электротехнологии

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВОВЕДЕНИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИИ**

Искусствоведение и культурология

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### СЕКЦИЯ

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШАБЛОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ ПРИЛОЖЕНИЯ MVP ПРИ СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.Р. Аргинбаев, П.Ю. Бугаков

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
arthur.arginbaev@gmail.com

*Статья посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме выбора шаблона проектирования для отделения данных от их представления и управляющей логики при разработке прикладного программного обеспечения. В результате выполненной работы были изучены особенности применения архитектурного шаблона проектирования программного обеспечения Model-View-Presenter (MVP). В качестве апробации на его основе был разработан прототип информационной системы контроля пространственно-временного состояния техногенных объектов.*

*Ключевые слова: шаблон проектирования, модель, представление, представитель, Model-View-Controller, Model-View-Presenter.*

Часто при написании прикладных программ в рамках дисциплин по программированию обучающиеся используют паттерн Model-View-Controller (MVC) [1]. Однако, написание программ с графическим пользовательским интерфейсом на базе Windows Forms [2] и применением архитектурного шаблона MVC может приводить к сложностям в организации структуры программного кода. Это существенно затрудняет чтение и модификацию программного кода с целью расширения его функциональности. В связи с этим возникает необходимость выбора иного шаблона для разработки архитектуры такого многофункционального программного обеспечения, как информационные системы.

Целью данной работы является изучение и применение шаблона проектирования архитектуры приложения Model-View-Presenter при создании информационной системы контроля пространственно-временного состояния техногенного объекта.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) изучить базовую структуру и связи классов MVP;
- 2) определить назначение и функционал разрабатываемой информационной системы;
- 3) выполнить разработку прототипа информационной системы с использованием архитектурного шаблона проектирования MVP;
- 4) оценить преимущества и недостатки используемого шаблона проектирования.

Model-View-Presenter – шаблон, разработанный для отделения логики приложения от отображения. Для реализации MVP используют три основных класса:

1) Модель (англ. Model) – предоставляет данные и реагирует на команды, изменяя своё состояние. Хранит набор полей и методов для реализации бизнес-логики приложения, а также набор событий [3], оповещающий Представителя об изменении тех или иных значений;

2) Представление (англ. View) – отображает данные и перенаправляет события, вызванный пользователем, в Представителя. Хранит экземпляр Представителя, реализует соответствующий интерфейс;

3) Представитель (англ. Presenter) – реализует взаимодействие между Моделью и Представлением, при необходимости запрашивает данные и передает их для отображения. Хранит ссылку на реализацию Представления, хранит экземпляр Модели, реализует соответствующий интерфейс.

Таким образом, MVP позволяет организовать функционирование разрабатываемого приложения за счет обработки событий, которые инициируются пользователем либо генерируются программно. Инициированные события обрабатываются Представителем и могут приводить к изменениям как на уровне Модели, так и Представления.

Рассмотрим результаты применения шаблона проектирования MVP при создании информационной системы контроля пространственно-временного состояния техногенных объектов.

Наблюдения за деформациями техногенных объектов начинаются с самого начала эксплуатации сооружения, при этом процесс сбора и обработки данных как правило осуществляться с помощью специальной программной системы. Разработка прототипа подобной

системы выполняется обучающимися по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии в 4 семестре в рамках курсовой работы по дисциплине «Моделирование систем». Чаще всего данная разработка выполняется на языке программирования C# в интегрированной среде Microsoft Visual Studio на платформе Windows Forms с применением встраиваемой СУБД SQLite.

Исходными данными информационной системы являются измеренные высоты геодезических марок, закрепленных на исследуемом объекте, значение допустимой точности выполненных измерений, а также коэффициент экспоненциального сглаживания, используемый при прогнозировании состояния техногенного объекта. Высоты всех марок измеряются многократно в соответствии с графиком наблюдений. Результат работы программного обеспечения представляет собой таблицы фазовых координат и соответствующие им графики, показывающие изменения состояния объекта и его структурных блоков. При выходе состояния за пределы допустимого диапазона программа должна проинформировать пользователя о моментах времени, когда это произошло, а также предоставить возможность дальнейшего более детального исследования.

Разберем функциональную ответственность трех уровней шаблона MVP (Модели, Представления и Представителя) при загрузке исходных данных. При запуске программы, пользователь инициирует событие Представления, указав путь к файлу базы данных. Данное событие перенаправляется Представителю, который вызывает метод Модели, отвечающий за установку соединения. В случае успешного подключения Представитель обновит интерфейс программы, а свойства Модели будут обновлены в результате выполнения SQL-запросов. Обновление свойств вызовет события изменения Модели, которые также обрабатываются Представителем. Он обновит Представление, отобразив изменившиеся свойства Модели в элементах пользовательского интерфейса. Если подключиться к выбранному файлу невозможно, Представитель вызовет в Представлении окно об ошибке, а поскольку свойства Модели обновлены не будут – элементы пользовательского интерфейса останутся без изменений.

Анализируя опыт, полученный в результате применения архитектурного шаблона MPV, можно выделить его достоинства и недостатки. К преимуществам относится автоматическое обновление Представления при изменении Модели, а также возможность реализации нескольких вариантов Представлений (и Представителей) без изменения Модели. К недостаткам – усложненная структура

классов, строгие требования к реализации и возросшие требования к уровню квалификации разработчика.

В результате применения MVP был разработан работоспособный прототип, изменение и модификация которого происходит значительно проще и быстрее, чем при использовании паттерна MVC.

### **Список литературы**

1. Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидес Дж. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования. – СПб: Питер, 2001. – 368 с.
2. Петцольд Ч. Программирование для Microsoft Windows на C#. В 2-х томах. Том 1.— М.: Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2002. – 576 с.
3. Шилдт Г. C# 4.0: полное руководство. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2011. – 1056 с.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ШИФРА «МАГМА»**

**В.Р. Артёмов, А.Н. Фионов**  
Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики  
gromcekira@gmail.com

*В работе проведен статистический анализ симметричного блочного шифра «Магма» с длиной ключа 256 бит. Для статистического анализа применялся метод «Стопка книг». В качестве исходных данных использовался открытый текст с неслучайной последовательностью блоков. Проведено несколько тестов с измененными базовыми параметрами шифра. Интерпретированы полученные результаты. Ключевые слова: криптография, блочный шифр, ГОСТ Р 34.12–2015, «Магма», «Стопка книг».*

Отечественные криптоалгоритмы обязательны для использования в сертифицированных средствах криптографической защиты информации (СКЗИ), которые применяются в государственных информационных системах, банковских, коммерческих системах.

Их широкое применение делает актуальными задачи поиска эффективных криптографических атак на эти шифры.

В данной работе проведен статистический анализ блочного шифра «Магма», который описан в ГОСТ Р 34.12–2015 [1]. «Магма» представляет собой точную копию алгоритма из стандарта ГОСТ 28147–89, за исключением заданной таблицы перестановок.

Основные параметры шифра «Магма»: длина ключа – 256 бит, размер блока входных данных – 64 бит, 32 раунда шифрования.

Для статистического анализа использовался метод «Стопка книг» [2], который, по многочисленным исследованиям, является одним из лучших статистических тестов на данный момент [3].

В качестве исходных данных для исследования использовался открытый текст длиной  $4.096 \times 10^9$  бит (512 Мб). Текст состоит из неслучайной последовательности целых чисел, где каждое число закодировано длиной 64 бит (под размер блока шифрования).

Для анализа шифра необходимы те операции, изменение которых может повлиять на результат теста. В каждом раунде блок преобразовывается на основе следующих операций: сложение по модулю 2, сложение по модулю  $2^{32}$ , замена данных с использованием таблицы перестановок и циклический сдвиг влево на 11 разрядов. Для нас, в первую очередь, интересно, как изменения двух последних операций вкупе с количеством раундов могут повлиять на результаты.

Проведем по 4 различных теста с данными операциями на 4, 6 и 32 раундах (т. к. после 6 раунда алгоритм «Магма» достаточно стоек к статистическому анализу):

- 1) В первом тесте проводится атака с уменьшением количества раундов шифрования с заданной, как в стандарте [1], таблицей перестановки.
- 2) Во втором тесте используется «слабая» таблица перестановок, в которой каждый S-блок состоит из последовательных (а не случайных) чисел.
- 3) В третьем используется сдвиг на 12 разрядов, вместо 11 (таблица перестановок стандартная).
- 4) В заключительном объединяются все ранее использованные преобразования.

Результаты работы метода «Стопка книг» представлены в таблице 1.

*Таблица 1 – Полученные результаты*

Количество раундов	1 тест, (X)	2 тест, (X)	3 тест, (X)	4 тест, (X)
4	17.5472	432.5395	502.9600	429.7205
6	0.3428	56.1385	21.4909	107.4594
32	0.2738	0.6200	0.8554	1.0775

Тест выводит вычисленное значение  $X$ , которое необходимо интерпретировать по таблице 2.

Таблица 2 – Таблица распределения

$\alpha$	0.99	0.95	0.75	0.50	0.25	0.10
$\chi^2$	0.00016	0.00393	0.1015	0.4549	1.323	2.7055
$\alpha$	0.05	0.025	0.010	0.005	0.001	
$\chi^2$	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794	10.8276	

Таким образом, если  $X$  – случайная величина, то

$$P(X > \chi^2) = \alpha, \text{ где}$$

$\alpha$  – уровень значимости теста;

$\chi^2$  – статистический критерий выборки.

При полном количестве раундов и без преобразований можно заключить с уровнем значимости 0.75, что последовательность шифртекста считается случайной и шифр «Магма» является стойким к статистическому анализу. Однако, изменение базовых преобразований значительно снижает стойкость шифра, что проявляется в росте значения статистики.

Эксперимент показывает, что нарушение нелинейности таблиц перестановок и перемешивающего воздействия циклического сдвига вносят сопоставимый вклад в нарушение статистических свойств, особенно сильно этот эффект проявляется при совместном воздействии этих измененных преобразований.

При этом, результаты статистического метода демонстрируют, что стойкость шифра «Магма» проявляется с 6 раунда и аналогична результатам [4], однако вычисляется за время, существенно меньшее, чем в случае линейного и дифференциального криптоанализов.

### Список литературы

1. Криптографическая защита информации. Блочные шифры. ГОСТ Р 34.12–2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tc26.ru/standard/gost/GOST\\_R\\_3412-2015.pdf](https://tc26.ru/standard/gost/GOST_R_3412-2015.pdf), свободный (дата обращения: 07.05.2022).
2. Рябко Б.Я., Пестунов А.И. «Стопка книг» как новый статистический тест для случайных чисел // Пробл. передачи информации. 2004. Т. 40, вып. 1. С. 73–78.

3. Шевченко Д. Н., Кривенков С. В. «Методика тестирования и использования генераторов псевдослучайных последовательностей» // ПФМТ. 2014. № 2(19). С. 89–95
4. Васильева И. Н. Криптографические методы защиты информации: учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: Издательство Юрайт, 2016. С. 98 - 106.

## ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ ПО ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ

К.В. Благодаров, Д.В. Жигалин, О.Г. Мелентьев  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информации, melog.aes@gmail.com

*Разработано приложение для передачи речи по локальной сети, с возможностью изменения звуковых отсчетов или их последующего шифрования. В приложении использована библиотека DirectSound, для воспроизведения и записи голосовых семплов в поток, протокол UDP, интерфейс сетевых сокетов, по которым непосредственно будет происходить сама отправка и прием семплов. Передача осуществляется в одну сторону, обработанные данных уходят на сокет клиента, а сервера в свою очередь принимает, с возможностью контроля приходящих пакетов и их обработки. Исходный код программы написан на языке C++.*

*Ключевые слова: сокет, соединение, порт, данные, пакет, протокол, передача.*

В статье рассказывается о разработке приложение для передачи речи по локальной сети, с возможностью изменения звуковых отсчетов или их последующего шифрования. В приложении использованы библиотека DirectSound [3], протокол UDP [1], интерфейс сетевых сокетов. Исходный код программы написан на языке C++.

Целью данного исследования является соединение устройств при помощи сокетов, с возможность изменения звуковых отсчетов.

Для воспроизведения и захвата звука, использовались функции библиотеки DirectSound. DirectSound — программный интерфейс (API) в системе Windows для воспроизведения и записи звука [3].

Сокеты реализованы по клиент – серверной модели.





Рисунок 1- Структура разработанного приложения

Клиент берет звуковые отсчеты с микрофона и в образованную очередь записывает в ей конец, если требуется, обрабатываются данные, взятые из начала буфера, формируется сокет клиента и на него отправляется преобразованный буфер [2].

Сервер формирует свой сокет и ждет отправки данных со стороны клиента, если данные получены, записываются в буфер и переходят в блок обработки, после чего воспроизводятся на устройство вывода [2].

Преимущество UDP в том, что протокол обеспечивает более высокую скорость работы по сравнению с TCP, так как у него нет накладных расходов на установку и на разрыв соединения.

В наше время, передача данных через интернет протоколы очень актуальна. Так или иначе каждого человека затрагивает интернет: работа, учеба, семья. Для взаимодействия с любым объектом в интернете необходима линия связи.

### Список литературы

1. RFC 768. User datagram protocol. - URL: <https://tools.ietf.org/html/rfc768> (дата обращения 24.04.2022).
- 2 Мобильная связь и технологии Интерфейс сокетов в транспортном уровне — операции сокетов Беркли URL:<https://zvondozvон.ru/tehnologii/kompyuternye-seti/soket> (дата обращения 24.04.2022).
3. Microsoft Build Microsoft.DirectX.DirectSound URL: [https://docs.microsoft.com/en-us/previousversions/ms805782\(v=msdn.10\)?redirectedfrom=MSDN](https://docs.microsoft.com/en-us/previousversions/ms805782(v=msdn.10)?redirectedfrom=MSDN) (дата обращения 24.04.2022).

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ТРАНСЛЯЦИОННОГО ОБМЕНА

И. М. Брескун

Сибирский Государственный Университет  
Телекоммуникаций и Информатики, breskuni@gmail.com

*Выполнено экспериментальное исследование алгоритмов широковещательной передачи стандарта MPI с сегментацией сообщений. Для различных размеров сообщений и сегментов определены алгоритмы, обеспечивающие минимальное время операции Bcast. Экспериментальные результаты получены на вычислительном кластере с сетью Gigabit Ethernet для библиотеки Open MPI. Ключевые слова: широковещательная передача, Bcast, OpenMP, MPI, вычислительные системы.*

Базовым средством взаимодействия параллельно выполняющихся MPI-процессов является передача сообщений по каналам связи. Стандартом определены три типа информационных обменов между процессами MPI-программы: двусторонние обмены (point-to-point communications), односторонние обмены (one-sided communications, remote memory access) и коллективные обмены (групповые, глобальные, collective communications) [1]. В *двустороннем обмене* участвуют два процесса путем явного обращения к функциям передачи (MPI\_Send) и приема сообщения (MPI\_Recv). Побочным эффектом этого вида информационного взаимодействия является синхронизация выполнения пары процессов, что может оказать негативное влияние на масштабируемость параллельной программы. При *одностороннем обмене* в операцию вовлечен только один процесс, который выполняет удаленную операцию записи (MPI\_Put) или чтения (MPI\_Get) области памяти другого процесса. Синхронизации процессов не происходит, пока соответствующую операцию явно не вызовет один из процессов. *Коллективные операции* являются самыми ресурсоемкими, в них участвуют все процессы параллельной программы: трансляционный обмен (TO, one-to-all broadcast/scatter), коллекторный (KO, all-to-one gather) и трансляционно-циклический (ТЦО, all-to-all/allgather)[2].

В данной работе основное внимание сосредоточено на алгоритмах реализации операции *трансляционной передачи* сообщения (TO, one-to-all broadcast) из заданного корневого процесса всем остальным. Данная операция реализуется функцией MPI\_Bcast(buf, count, datatype, root, comm), которая выполняет передачу из памяти процесса *root* буфера *buf*,

содержащего *count* элементов типа *datatype*, всем процессам коммуникатора *comm*.

Эксперименты выполнены на вычислительном кластере из 10 узлов (два процессора Intel Xeon Quad), сеть связи Gigabit Ethernet. Операционная система GNU/Linux, библиотека Open MPI 5.0.0[4]. В качестве теста производительности использован тест OSU MPI Micro-Benchmarks[5]. За время выполнения взята максимальная латентность (Max Latency). Параметры запуска: `osu_bcast -f -x 1 -i 100`

В работе рассмотрены алгоритмы компонента *coll/tuned* библиотеки Open MPI 5.0.0.

При использовании алгоритма *pipeline* для сообщений, размер которых находится в диапазоне от 16 Кбайт до 128 Кбайт, рекомендуется выбирать размер сегмента равным 2048 байт. Для больших размеров сообщений рекомендуется выбирать  $S = 64$  Кбайт.

При использовании алгоритма *chain*, для сообщений, размер которых находится в диапазоне от 8 Кбайт до 64 Кбайт, рекомендуется выбирать размер сегмента равный 2048 байт. Для сообщений, размер которых варьируется от 128 Кбайт до 256 Кбайт, алгоритм *chain* показывает наилучшую производительность при размере сегмента  $S = 64$  Кбайт. Для больших размеров сообщений рекомендуется выбрать  $S = 128$  Кбайт.

При использовании алгоритма *split binary tree*, при размерах сообщений, больших чем 1 Мбайт, рекомендуется выбирать  $S = 128$  Кбайт.

При использовании алгоритма *binary tree*, для размеров сообщений от 8 Кбайт до 64 Кбайт рекомендуется выбирать размер сегмента равный 4 Кбайт. При размере сообщений больших, чем 128 Кбайт следует выбирать  $S = 64$  Кбайт.

При использовании алгоритма *binomial tree*, для сообщений, размер которых варьируется в диапазоне от 8 до 32 Кбайт целесообразно выбирать  $S = 4$  Кбайт. Для размеров сообщений от 128 Кбайт и более следует выбирать размер сегмента равный 64 Кбайт.

Среди всех исследуемых конвейеризированных алгоритмов в диапазоне размеров сообщений от 256 байт до 512 Кбайт наилучшую производительность показывает алгоритм *chain*, а на больших размерах сообщений целесообразней выбирать алгоритм *pipeline*.

В работе был проведен экспериментальный анализ алгоритмов широковещательной передачи с сегментацией сообщений. Выявлено, что среди исследуемых алгоритмов наилучшее время выполнения имеет алгоритм *chain* при размере сообщений от 256 байт до 512 Кбайт. При

размерах сообщений, больше 512 Кбайт, рекомендуется использовать алгоритм *pipeline* (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная таблица времени выполнения операции *Vcast*

Размер сообщения (байт)	Алгоритм	Размер сегмента (байт)
256	<i>chain</i>	256
512	<i>chain</i>	256
1024	<i>chain</i>	512
2048	<i>chain</i>	1024
4096	<i>chain</i>	1024
8192	<i>chain</i>	1024
16384	<i>chain</i>	2048
32768	<i>chain</i>	1024
65536	<i>chain</i>	1024
131072	<i>chain</i>	65536
262144	<i>chain</i>	65536
524288	<i>chain</i>	131072
1048576	<i>pipeline</i>	65536

### Список литературы

1. MPI-4.0 Standard // URL: <https://www.mpi-forum.org/docs/mpi-4.0/mpi40-report.pdf> (дата обращения: 14.03.2022).
2. Thakur R., Rabenseifner R., Gropp W. Optimization of collective communication operations in MPICH // Int. Journal of High Performance Computing Applications. – 2005. – Vol. 19 (1). – P. 49-66.
3. Balaji P. MPI on Millions of Cores / Balaji P., Buntinas D., Goodell D., Gropp W., Hoefler T., Kumar S., Lusk E., Thakur R., Traff J. // Parallel Processing Letters. – 2011. – Vol. 21, Issue 1. – P. 45-60.
4. Open MPI // URL: <https://www.open-mpi.org/> (дата обращения: 15.03.2022).

5. OSU Micro-benchmarks // URL: <http://mvapich.cse.ohio-state.edu/benchmarks/> (дата обращения: 15.03.2022).

## К ВОПРОСУ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Д.А. Гончаров, Куликов И.М., Мелентьев О.Г.

Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, denn102@bk.ru

*Разработаны функции обратного вызова (Callback) на высокоуровневом языке программирования C++, для прототипа полудуплексной системы передачи, на базе программно-конфигурируемое радиоустройство (SDR HackRF). Функции реализуют все необходимые алгоритмы цифровой обработки сигнала в режимах передачи и приема для радиостанции с аналоговой амплитудной модуляцией.*

*Ключевые слова: Обратный вызов, цифровая обработка сигнала, программно-определяемая радиосистема, программируемая логическая интегральная схема, C++*

Прототип системы передачи включает в себя программно-конфигурируемое радиоустройство (SDR HackRF) с интерфейсным программным обеспечением (API) и приложение пользователя, разрабатываемое для обработки сигнала по нужным алгоритмам. Функция обратного вызова (Callback) – это функция приложения пользователя, указатель на которую передается прикладному программному интерфейсу (API). Таким образом, Callback связывает разрабатываемое программное обеспечение и SDR в одну совместно работающую систему.

Callback позволяет осуществлять цифровую обработку сигнала, где присутствует четкая иерархия выполнения команд и возможность корректировать отдельные функции. В callback-ах приёма и передачи присутствуют следующие элементы: АРУ, блок шумоподавления, модуляция и демодуляция, фильтр.

При запуске прототипа, инициализируется режим приема, блок – схема функции обратного вызова приведена на рисунке 1.

При переключении режима с приема на передачу, основной цикл обеспечивает корректное завершение режима приема, переключение

параметров SDR и замену функции обратного вызова на `am_tx_callback` (Рисунок 2).

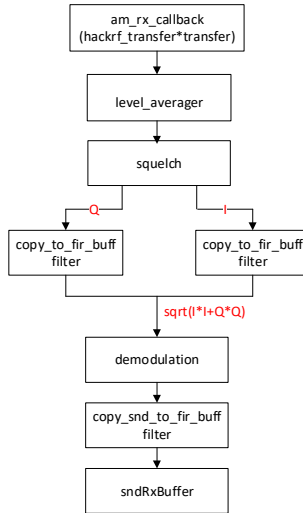


Рисунок 1 - Структурная схема `am_rx_callback`

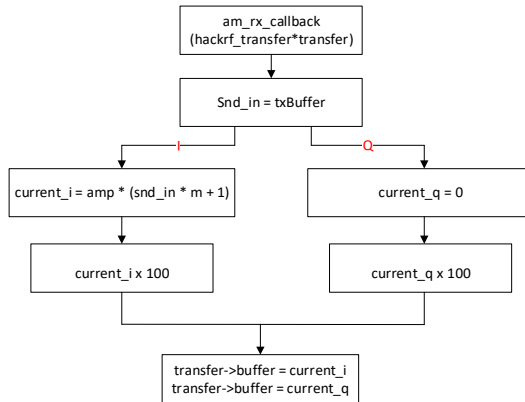


Рисунок 2 - Структурная схема `am_tx_callback`

Стоит отметить, что структура callback-ов ведет работу через буферы, это значит, что нам не важно откуда получать семплы: напрямую с динамиков, с сокетов, с API или с других нужных нам структур, главное, чтобы это был буфер [2].

Callback – может модернизироваться, так как имеет блочную структуру, может параллельно работать с другими видами модуляции

[1]. Всё зависит от встроенных алгоритмов, которые можно модернизировать и изменять.

Вывод:

Разработанные функции обратного вызова позволили запустить прототип радиостанции и передать голосовой сигнал на расстояние порядка 50 метров.

Проверенные на прототипе алгоритмы и функции обработки сигналов, а также интерфейсы, можно рекомендовать для дальнейшего их использования в других прототипах систем передачи, реализуемых как на высокоуровневом языке программирования C++ [3], так и на ПЛИС.

### Список литературы

1. DSPL-2.0 - свободная библиотека алгоритмов цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]. URL:<https://ru.dsplib.org/> (дата обращения: 17. 04.2022)
2. Полное кроссплатформенное решение для записи, преобразования и потоковой передачи аудио и видео [Электронный ресурс]. URL:<https://ffmpeg.org/> (дата обращения: 17.04.2022)
3. Руководство по языку программирования C++ [Электронный ресурс]. URL:<https://metanit.com/cpp/tutorial/> (дата обращения: 17. 04.2022)

## МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ

Данько И.А., Никулин А.В.

Новосибирский государственный технический университет,

[i\\_wunderstag@mail.ru](mailto:i_wunderstag@mail.ru)

*В работе показаны методы, которые положительно влияют на функционирование беспроводных сетей, увеличивают и обеспечивают более рациональное использование зоны покрытия сети. Это такие методы как: планирование беспроводных сетей связи, топология, демонстрирующая систему фонового анализа, варианты улучшения сетевого оборудования.*

*Ключевые слова: WiFi, беспроводные ячеистые сети, RSSI, уровень сигнала, зона покрытия.*

Современные знания позволяют организовывать сети, применяя как проводные, так и беспроводные технологии. Данные технологии имеют свои особенности и отличия. Организация беспроводных сетей является более простыми и гибкими, нежели проводные аналоги, но они требуют грамотного планирования и проектирования. Неверное расположение точек доступа могут привести к множеству помех и проблем с сетью [1].

Поэтому в работе необходимо выполнить следующие задачи: проанализировать путь построения беспроводных компьютерных сетей, исследовать факторы, влияющие на беспроводные сети, предложить возможные технологии и методы для улучшения качества сети, опираясь на теоретические и экспериментальные данные.

Планирование сетей связи начинается с определения требований к беспроводной сети (выбор топологии, охват зоны покрытия, пропускная способность сети). Определившись с требованиями, работа переходит в стадию планирования покрытия и мощностей сети. В дальнейшем данные работы позволят избежать больших затруднений, которые возникнут в будущем. Финальная часть планирования—проектирование сети и ее оптимизация. Сам традиционный метод построения сетей применяется во множестве планом сетей, но он не показывает таких результатов, как система фоновой анализа. В системе фоновой анализа определяется потенциальная плотность пользователей WiFi, которая помогает распределить точки доступа на территории объекта [2].

После выбора метода планирования сети следует определиться с ее топологией. Топология определяет требования к устройствам, методам управления данными и зоне покрытия сети. Охват территории планируемой сети напрямую зависит от зоны покрытия сетевого оборудования. Сами зоны покрытия каждого устройства имеют разный уровень сигнала, так как сигналы WiFi постепенно теряют мощность. Для определения данного значения применяют набор измерений WiFi RSSI (индикатор уровня принимаемого сигнала), помогающий определить локализацию сетевых устройств и затухание мощности сигнала. Когда сетевое устройство принимает сигналы WiFi других точек доступа и формирует базу данных из цифровых отпечатков устройств, набор RSSI сопоставляется с местоположением устройств [3].

В качестве решения проблемы, связанной с затуханием мощности, может стать верным выбор топологии беспроводной ячеистой сети (WMN) (Рисунок 1). WMN состоит из Mesh—роутеров (WMR), которые образуют Mesh—сеть, где соединение с Интернетом происходит благодаря шлюзу (данные пользователей передаются через транзитные



пути Mesh—сети). В дополнение данная сеть собирает статистические данные, помогая перестраивать расположение устройств с максимальной эффективностью [4].

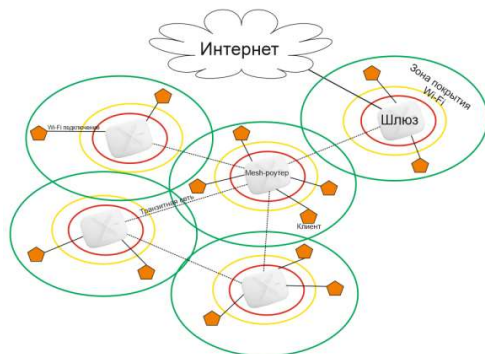


Рисунок 1 — Топология WMN

Каждая топология может требовать индивидуальный выбор устройств, в пример можно привести WMR. Но помимо этого следует обращать внимание на характеристики и дополнительный функционал. Важным нововведением для маршрутизаторов может стать функция с регулируемой мощностью. Экспериментальные результаты с данными образцами показали повышенную точность локализации. Особенно хорошо они показывают при наличие возникающих помех, в виде людей [5]. Кроме подобных функционалов необходимо учитывать влияния частоты на RSSI и, следовательно, зоны покрытия сети. Для проверки подобных данных был проведен эксперимент.

В эксперименте было выбрано 3 значения: 2.4, 5 и 0.8868 ГГц. Как видно не все выбранные частоты являются стандартными, поэтому предоставленные результаты могут быть актуальными для оптимизации сетевого оборудования. Эксперимент заключается в расчете потерь сигналов разной частоты при учете эмпирических констант[6]. Полученные результаты показаны на графике ниже (Рисунок 2):

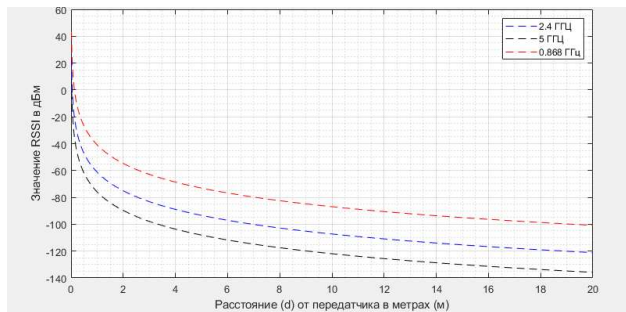


Рисунок 2 — Показатели RSSI при передаче сигнала на разных частотах

Из графика видно, что частота сигнала влияет на потерю мощности обратно пропорционально, где разность показателей растет с увеличением расстояния, пройденного сигналом. Из этого следует, что для обеспечения большей зоны покрытия сети рекомендуется применять сети с меньшей частотой.

В заключении вышеописанному материалу следует указать, что беспроводные сети являются удобным способом для организации передачи данных. Но для обеспечения высокого качества сети необходимо составить план разработки сети и этапы дальнейшей работы. Необходимо учитывать факторы в беспроводных сетях, которые негативно влияют на ее функционирование, где расписанные в работе рекомендации позволят улучшить беспроводные сети объектов.

### Список литературы

1. W. N. Fatihah Wan Mustapha, M. A. Abdul Aziz, M. Masrie, R. Sam and M. N. M. Tan, "WiFi Approximated Strength Measurement Method With Brute Force Algorithm for a Minimum Number of AP and Maximum WiFi Coverage," 2020 IEEE 10th Symposium on Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 2020, pp. 180—185, doi: 10.1109/ISCAIE47305.2020.9108833;
2. X. Wang, F. Lin and Y. Wu, "A Novel Positioning System of Potential WiFi Hotspots for Software Defined WiFi Network Planning," 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), 2019, pp. 1—6, doi: 10.1109/CCNC.2019.8651733;
3. J. Yoo, "Change Detection of RSSI Fingerprint Pattern for Indoor Positioning System," in IEEE Sensors Journal, vol. 20, no. 5, pp. 2608—2615, 1 March 1, 2020, doi: 10.1109/JSEN.2019.2951712;
4. K. K. Thangadorai, R. K. Bangaru, M. K. Sahu, K. Murugesan, S. K. BR and D. Das, "Intelligent Concept of Optimal WiFi Mesh Router Placement

for Enhanced QoS," 2019 IEEE International Conference on Electronics, Computing and Communication Technologies (CONECCT), 2019, pp. 1—6, doi: 10.1109/CONECCT47791.2019.9012829;

5. F. Wu, J. Xing and B. Dong, "An Indoor Localization Method Based on RSSI of Adjustable Power WiFi Router," 2015 Fifth International Conference on Instrumentation and Measurement, Computer, Communication and Control (IMCCC), 2015, pp. 1481—1484, doi: 10.1109/IMCCC.2015.313;

6. Junaid Qadir (2022). How to calculate RSSI across distance in free space mode? (<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/101774—how—to—calculate—rssi—across—distance—in—free—space—mode>), MATLAB Central File Exchange. Retrieved May 1, 2022.

## АНАЛИЗ АТРИБУТОВ S.M.A.R.T. ЖЕСТКИХ ДИСКОВ ПРОГРАММОЙ HD TUNE

Н.А. Елизова

Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и  
Информатики, [elizovan@yandex.ru](mailto:elizovan@yandex.ru)

*Настоящая работа посвящена анализу жестких дисков с помощью утилиты HD Tune. Рассматривая тестирование, программа выигрывает у всех аналогов. Анализирует атрибуты S.M.A.R.T. и делает заключение о состоянии диска. Для исследования подобраны такие атрибуты S.M.A.R.T., аномальные значения в которых показывают на неисправность диска. Такие значения собраны с группы жестких дисков. Проведено сравнение показаний о состоянии дисков с утилиты и полученных экспериментальным путем результатов. Ключевые слова: жесткий диск, S.M.A.R.T., отказоустойчивость, прогнозирование отказа, надежность, диагностика.*

Во всех современных накопителях любого производителя присутствует система S.M.A.R.T. (self-monitoring, analysis and reporting technology – технология предупреждения, анализа и самопроверки) жесткого диска [1], очень тесно связанная с функционированием накопителя. Она также является его показателем надежности.

Считыванием показаний со S.M.A.R.T. дисков занимаются отдельные программы. Главной функцией этих программ является оценка состояния накопителя при анализе всех его S.M.A.R.T. атрибутов.

Настоящее исследование проведено для подтверждения правильности теории о диагностике выбранной утилиты.

Задачей данной работы является экспериментальным путем проверить правильность оценки состояния жестких дисков программой HD Tune. Эта программа в области тестирования выигрывает у всех аналогов. Позволяет проверить скорость чтения накопителя, найти поврежденные сектора, узнать полную информацию о носителе. Отображает информацию о занимаемом пространстве папками. Реализует проверку диска по уникальному алгоритму, объединяющему разные методики. Отслеживает показатели в динамике, предоставляет развернутую статистику, но не предусматривает «лечение». Анализирует атрибуты S.M.A.R.T. и делает заключение о состоянии диска.

С помощью ранее выявленной группы атрибутов S.M.A.R.T., которые «явно говорят об отказе» [2, с. 2], составлены таблицы значений полей атрибутов с различных жестких дисков.

Этими атрибутами являются: 05 Reallocated Sector Count, 184(B8) End-to-End Error, 187(BB) Reported Uncorrected Sector Count (UNC Error), 197(C5) Current Pending Sector Count, 198(C6) Offline Uncorrectable Sector Count, 200(C8) Write Error Rate (MultiZone Error Rate).

Во всех полях атрибутов S.M.A.R.T. содержатся некоторые значения, но чаще всего проверка проходит по полю Data (RAW), т. к. только там находятся реальные значения, выражаемые в различных единицах измерения, напрямую говорящие о текущем состоянии диска.

05 Reallocated Sector Count показывает на неисправность диска, когда значения Current (Value) либо Worst атрибута будут больше значения Threshold. Также стоит обратить внимание на значение Data, т. к. значение, отличное от нуля, в совокупности с ненулевым показателем в том же поле Data, атрибута 197(C5) Current Pending Sector Count, может говорить об ошибке.

184(B8) End-to-End Error с ненулевым в поле Data значением говорит о неисправности диска.

Ненулевое значение атрибута 187(BB) Reported Uncorrected Sector Count (UNC Error) явно указывает на ненормальное состояние диска (в сочетании с ненулевым значением атрибута 197) или на то, что оно было таковым ранее (в сочетании с нулевым значением 197).

197(C5) Current Pending Sector Count. Ненулевое значение параметра говорит о неполадках. Диск выполняет операцию переназначения, уменьшая атрибут 197, увеличивая атрибут 05. Показывает количество секторов-кандидатов на переназначение в резервную область.

Отличное от нуля значение 198(C6) Offline Uncorrectable Sector Count говорит о неполадках на диске. Точно так же, как и 197, но данный атрибут содержит количество секторов-кандидатов, обнаруженных при одном из видов самотестирования диска.

200(C8) Write Error Rate (MultiZone Error Rate). Ненулевое значение говорит о проблемах с диском — в частности, у дисков WD большие цифры могут означать «умирающие» головки. Содержит частоту возникновения ошибок при записи.

Для тестирования выбрано 10 HDD разных производителей объемом 1000 GB, интерфейсом SATA III, с буферной памятью 64 МБ и скоростью вращения шпинделя 7200 об/мин.

Программа HD Tune оценила состояние всех дисков как «ок», означающее что ошибки не обнаружены.

Составлены таблицы значений выбранных атрибутов. Исходя из методики интерпретации показаний атрибутов S.M.A.R.T., изложенной в источнике [3], у всех HDD не диагностированы сбои, на что указала утилита HD Tune.

С помощью выбранной программы, выбранной для настоящего эксперимента, проведен анализ и диагностировано состояние «ок» у всех дисков. Вручную, проходя по каждому рассматриваемому атрибуту, зная теоретические аномальные значения, получен тот же результат, что и у программы.

### **Список литературы**

1. Технология S.M.A.R.T. жестких дисков и анализ её показателей [Электронный ресурс]. URL: <https://windowstips.ru/check-hdd-health-in-windows-with-help-smart> (дата обращения: 29.02.2022)
2. Елизова Н.А. Отказоустойчивость жестких дисков // В сборнике: Инновации и научно-техническое творчество молодежи. Материалы российской научно-технической конференции. Новосибирск, 2021. С. 173-176.
3. Оцениваем состояние жёстких дисков при помощи S.M.A.R.T. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ixbt.com/storage/hdd-smart-testing.shtml> (дата обращения: 01.03.2022)

## ФОРМИРОВАНИЕ ТОЛСТОПЛЕНОЧНЫХ МЕДНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ АДДИТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОКОАКСИАЛЬНОЙ СВЧ- ЛИНИИ

О.Н. Калиновский<sup>1</sup>, Е.В. Шестериков<sup>1,2</sup>, А.А. Удалов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники, г. Томск, Россия,

<sup>2</sup>Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия  
email: mezun2014@gmail.com

*В настоящее время отечественные производители СВЧ-компонентов сталкиваются с проблемами миниатюризации интегральных схем, и увеличения рабочей частоты. Пассивные компоненты, такие как линии передачи, согласующие цепи, фильтры, сумматоры/делители, выполненные по планарной технологии, обычно страдают от высоких потерь, дисперсии, большого размера компонентов и высокой связи между соседними линиями. Одним из решений этих проблем является использование микрокоаксиальных СВЧ-линий обладающих низкими потерями и высокой изоляцией, сформированных по инновационной аддитивной технологии.*

*В данной работе рассматривается один из этапов аддитивной технологии формирования микрокоаксиальной СВЧ-линии: формирования медных пленок толщиной до 20 мкм с минимальной зернистостью.*

*Ключевые слова: микроэлектронные компоненты, фоторезистивная маска, гальваническое меднение, микроструктуры, размер зёрен.*

Для выращивания слоев меди проектируемой коаксиальной линии использовали стандартный сернокислый электролит меднения в состав которого входит:  $\text{CuSO}_4$  (медь сернокислая) - 150 г/л,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (серная кислота) – 50 г/л [1], и сернокислый электролит меднения с добавкой 10 г/л 96% этилового спирта [2]. В первую очередь был выбран сернокислый электролит меднения вследствие его простоты и наилучшей выравнивающей способности (ВС) среди всех электролитов меднения [3]. ВС является одним из самых важных параметров для рассматриваемой задачи, так как при послойном осаждении сложной структуры с формированием фоторезистивных масок различных конфигураций, а так же для снижения потерь необходимо иметь покрытие с минимальной зернистостью.

Гальваническое осаждение меди проводилось до момента

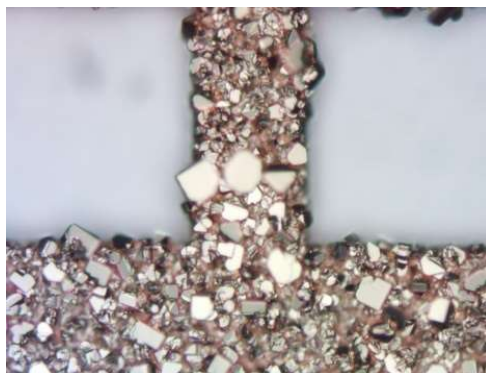
достижения слоем осажденной меди высоты пленки фоторезиста.

В результате использования сернокислого электролита с плотностью тока  $0,1 \text{ мА/мм}^2$ , размер зёрен составил порядка 8-9 мкм (Рисунок 1).

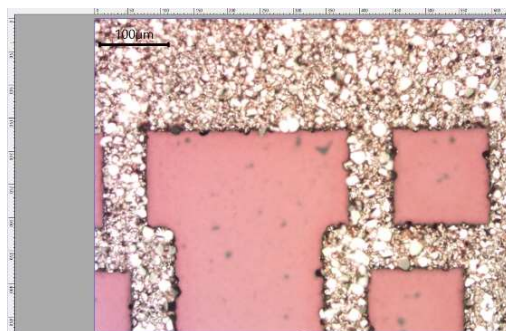
В результате использования сернокислого электролита с плотностью тока  $0,05 \text{ мА/мм}^2$ , размер зёрен составил порядка 4-5 мкм (Рисунок 2).

В результате использования сернокислого электролита с плотностью тока  $0,025 \text{ мА/мм}^2$ , размер зёрен составил порядка 2-3 мкм (Рисунок 3).

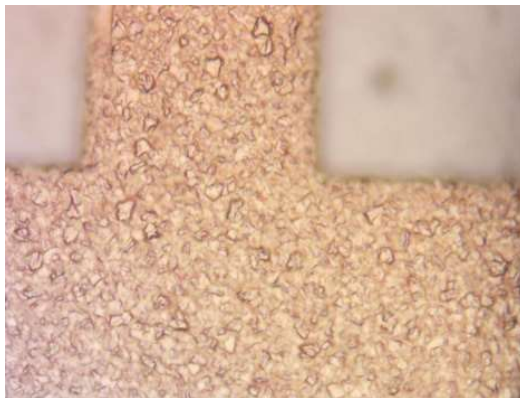
В результате использования сернокислого электролита меднения с добавкой 10 г/л 96% этилового спирта с плотностью тока  $0,025 \text{ мА/мм}^2$ , . Покрытие более однородное, размер отдельных зёрен не превышает 1 мкм (Рисунок 4).



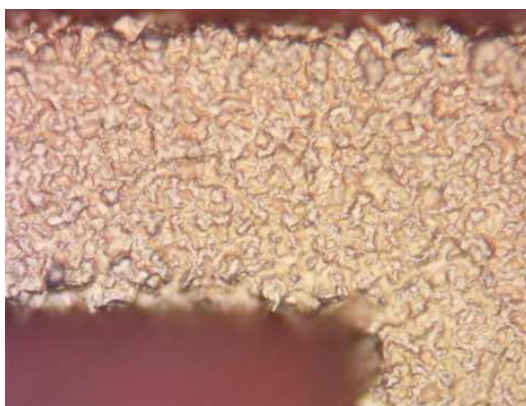
*Рисунок 1 – Результат использования сернокислого электролита с плотностью тока  $0,1 \text{ мА/мм}^2$*



*Рисунок 2 – Результат использования сернокислого электролита с плотностью тока  $0,05 \text{ мА/мм}^2$*



*Рисунок 3 – Результат использования сернокислого электролита с плотностью тока 0,025 мА/мм<sup>2</sup>*



*Рисунок 4 – Результат использования сернокислого электролита с добавкой 10 г/л 96% этилового спирта с плотностью тока 0,025 мА/мм<sup>2</sup>*

Таким образом, в результате выращивания толсто пленочных структур толщиной до 20 мкм, минимальная зернистость получилась в сернокислом электролите с добавкой 10 г/л 96% этилового спирта. Создание микрооаксиальной СВЧ-линии является актуальным направлением исследований, поэтому следующим этапом данной работы будет разработка технологии создания диэлектрических мостиков на медных стенках.



## Список литературы

1. ГОСТ 9.305-84
2. ОСТ 3-6443-88
3. Кругликов С.С. Особенности распределения скорости электроосаждения металлов и сплавов в процессах формирования электроосажденных слоев при нанесении покрытий на компоненты электронных устройств // Гальванотехника и обработка поверхности. 2017. Том 25, № 1. С.41-54.

## МЕТОД ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МНОГОСТАДИЙНОГО ПОТОЧНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Э.В. Нешто, Д.Н. Достовалов

Новосибирский государственный технический университет,  
elya.neshto@mail.ru

*Теория расписаний – одна из наиболее распространённых областей исследования. Связано это не только с теоретической, но и с практической полезностью задач теории расписаний. В данной работе рассматривается задача теории расписаний, называемая задачей многостадийного поточного планирования. Для решения рассматриваемой задачи предлагается алгоритм на основе метода динамического программирования.*

*Ключевые слова: теория расписаний, многостадийное поточное планирование, метод динамического программирования, алгоритм, вычислительный эксперимент.*

Теория расписаний – одна из наиболее распространённых областей исследования [1]. Связано это не только с теоретической, но и с практической полезностью задач теории расписаний. В теории расписаний основной фокус исследования сосредоточен на вопросах оптимального распределения и упорядочения конечного числа требований, которые обслуживаются детерминированными (входные параметры известны заранее) или стохастическими (значения параметров носят вероятностный характер) системами с одним или несколькими приборами. В данной работе будем рассматривать так называемую задачу многостадийного поточного планирования.

Будем рассматривать следующую постановку задачи. Задано некоторое множество работ (требований)  $J = \{J_1, \dots, J_n\}$  с длительностью обработки. Задано некоторое множество стадий  $S = \{S_1, \dots, S_m\}$ , на которых требования должны обслуживаться в соответствии с некоторым порядком. Задано число параллельных машин для каждой стадии  $M \geq 1$ . Необходимо построить расписание, которое минимизирует время выполнения работ [2].

Метод ДП используется различными авторами [3, 4] для решения задач небольшой размерности. Поэтому для дальнейшей работы был выбран именно метод ДП.

Идея предлагаемого алгоритма следующая. Алгоритм на основе метода ДП поэтапно перебирает все возможные последовательности работ. Алгоритм выполняется в  $m$  этапов. Каждый этап соответствует номеру работы (например, первый этап значит, что мы рассматриваем первую работу исходной последовательности). На каждом этапе формируется набор последовательностей, из которых оставляем количество лучших вариантов, заданное параметром, а остальные варианты отсеиваем. Наборы формируются за счет перестановок текущей рассматриваемой работы с каждой работой последовательности, т.е. для получения первого набора берем первую работу исходной последовательности и меняем ее местами с каждой работой, начиная со второй по  $m$ . В конце концов алгоритм выбирает из последнего набора последовательностей работ, ту, что дает наименьшее общее время обработки.

В таблицах 1-3 представлены некоторые результаты проведенных вычислительных экспериментов. Тесты были проведены на основе источника [5]. В таблицах указаны названия тестов, заданные параметры (число работ, стадий обработки, а также число машин на каждой стадии) и параметры работы программы (значение параметра, получившееся минимальное время, время работы программы).

Таблица 1 – Результаты эксперимента для размерности 5x20

Тест	Число машин	Параметр	Минимальное время	Время работы программы
ta002 5x20	C1: 2 C2: 3 C3: 1 C4: 2	20	1062	0,05 сек.
		100	1062	0,26 сек.
		500	1062	2,19 сек.
		1000	1062	5,94 сек.
		10000	1058	10,48 мин.
ta003 5x20	C5: 3	20	793	0,05 сек.
		100	793	0,32 сек.

Тест	Число машин	Параметр	Минимальное время	Время работы программы
		500	793	2,79 сек.
		1000	793	7,69 сек.
		10000	793	11,07 мин.

Таблица 2 – Результаты эксперимента для размерности 5x50

Тест	Число машин	Параметр	Минимальное время	Время работы программы
ta031 5x50	C1: 2	100	2720	5,02 сек.
		1000	2720	2,39 мин.
		3000	2712	22,39 мин.
ta032 5x50	C4: 2	100	2767	5,24 сек.
		1000	2767	2,47 мин.
		3000	2767	22,30 мин.

Таблица 3 – Результаты эксперимента для размерности 5x100

Тест	Число машин	Параметр	Минимальное время	Время работы программы
ta061 5x100	C1: 2	100	5152	55,61 сек.
		500	5152	7,58 мин.
		1000	5152	28,21 мин.
ta062 5x100	C3: 1	100	5025	57,31 сек.
		500	5025	8,10 мин.
		1000	5025	29,25 мин..

Итак, после проведения вычислительного эксперимента было выявлено, что в подавляющем большинстве случаев при увеличении параметра алгоритма найденное минимальное время уменьшалось, а время работы программного модуля увеличивалось. Однако увеличение параметра не гарантирует улучшение полученного результата, так как, используемый метод является методом глобального минимума, и при ограничении метода параметром при поиске решения велика вероятность попадания в локальный минимум. Именно поэтому, в некоторых случаях при увеличении параметра найденное решение могло не только не улучшиться, но и ухудшиться. При этом, на время работы программы влияет не только величина параметра, но и размерность задачи. Максимальное время работы составило 29,25 минуты для размерности 5x100, тест – ta062. Минимальное время работы составило 0,05 секунды для размерности 5x20, тесты – ta003.

Для оценки результатов работы алгоритма были также реализованы генетический алгоритм и метод имитации отжига. Лучшее решение

было найдено методом имитации отжига в 31% случаев, методом ДП в 92% случаев (при том, что оба алгоритма в некоторых случаях давали одинаковые решения). Генетический алгоритм ни разу не давал лучшее решение. В подавляющем большинстве случаев лучшее решение было найдено методом ДП. И, хотя, были случаи, в которых эффективность метода имитации отжига была немного выше, метод ДП является более предпочтительным, т.к. его поведение является более предсказуемым, в силу того, что метод имитации отжига является методом стохастической оптимизации.

### **Список литературы:**

1. Лазарев А.А., Гафаров Е. Р. Теория расписаний. Задачи и алгоритмы //М.: Научное издание. МГУ им. М.В. Ломоносов. – 2011. – 222 с.
2. Pang X. et al. Hybrid flow shop scheduling problems using improved fireworks algorithm for permutation //Applied Sciences. – 2020. – Т. 10. – №. 3. – С. 1174.
3. Allaoui H., Artiba A. Hybrid flow shop scheduling with availability constraints / H. Allaoui, A. Artiba // Essays in Production, Project Planning and Scheduling. – 2014. – №20. – С. 277-299.
4. Dridi N. et al. Minimizing makespan in a three-stage hybrid flow shop with dedicated machines / A.O. Bedhief, N. Dridi // International Journal of Industrial Engineering Computations. – 2019. – №. 2. – С. 161-176.
5. Few optimum solutions [Электронный ресурс]. – Режим доступа:[http://mistic.heigvd.ch/taillard/problemes.dir/ordonnancement.dir/lowshop.dir/best\\_lb\\_up.txt](http://mistic.heigvd.ch/taillard/problemes.dir/ordonnancement.dir/lowshop.dir/best_lb_up.txt)

## **ИНТЕРАКТИВНЫЙ СЕРВИС ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «АЛГОРИТМЫ И СТРУКТУРЫ ДАННЫХ» ФГБОУ ВО «СГУВТ»**

**А.К. Бускин, С.В. Охряжкин**

**Сибирский государственный университет водного транспорта,  
vodnik.sila@mail.ru**

*Рассмотрены некоторые проблемы образовательного процесса по специальности «информационные системы и технологии», влияющие на качество образования. Предложено решение, посредством внедрения автоматизированной системы тестирования. В работе разрабатывалось: интерфейс программы для каждого типа пользователя. Интерфейс взаимодействия серверной и клиентской*

*частей программы. Изолированный, защищенный сервис для запуска внешнего кода. В качестве инструментальных средств использовались: Языки программирования JavaScript, Python, Go.*

*Ключевые слова: система тестирования, микровиртуализация, информационные технологии, web-приложение, интерактивное приложение.*

Современное образование в области информационных технологий сегодня – один из приоритетов государственной политики в образовательной сфере, говорящий о необходимости создания нового кадрового обеспечения промышленности, готового к работе в условиях цифровой экономики. Задача подготовки специалиста в области информационных технологий в современных условиях достаточно сложная. Сложности обусловлены рядом причин, среди которых можно выделить основные, такие как: недостаточный уровень начальной подготовки на уровне средней школы; несовершенство образовательных программ; динамичное развитие информационных технологий [1].

Помимо озвученных выше проблем сам процесс подготовки специалистов не соответствует современным условиям. Обилие бумажной работы, индивидуальный подход в вопросах выдачи и проверки задания приводят к снижению качества образования информационным технологиям.

#### **Постановка задачи**

Одним из возможных способов повышения качества образования может быть внедрение интерактивных, автоматизированных приложений для выдачи заданий и проверке предоставленного решения на отсутствие ошибок.

Для разработки такого сервиса необходимо провести анализ существующего процесса постановки и проверки заданий, опросить будущих пользователей системы, как из числа преподавателей, так и из числа студентов. Спроектировать клиентскую, серверную части, их интерфейс взаимодействия, а так же сервис для запуска предоставленных решений. Написать проектную документацию системы. Создать проект, согласно проектной документации и внедрить его в существующую систему [2].

#### **Методы решения**

Клиентская часть представляет собой web-приложение, созданное на JavaScript-фреймворке для создания пользовательских интерфейсов Vue.

Серверная часть представляет собой трёх-уровневый сервис. Первый уровень — обеспечение взаимодействия клиентской части приложения с базой данных. Второй уровень — программа для проверки кода, запуска виртуальных машин и интерфейс взаимодействия с ними. Третий уровень — реализация виртуальной машины со специально созданным образом операционной системы, внутри которой выполняется код, после чего результат возвращается в программу запуска этой машины, а сама виртуальная машина уничтожается [3].

Тем самым первый уровень представляет собой веб сервер, а второй и третий уровень представляют собой систему тестирования. При этом второй уровень можно назвать «дирижёр», а третий - «исполнитель». В такой системе происходит разделение нагрузки внутри одного сервера, и различные пользователи, при одновременном использовании системы не препятствуют работе друг друга.

Ниже (Рисунок 1) представлена схема взаимодействия различных слоев сервера друг с другом, на примере одного запроса прохождения тестов.

Таким образом, внедрение системы в учебный процесс является безопасным, удобным для пользователей. Снижается нагрузка на преподавателей, происходит повышение качества учебного процесса за счет полной проверки каждого решения у каждого студента.

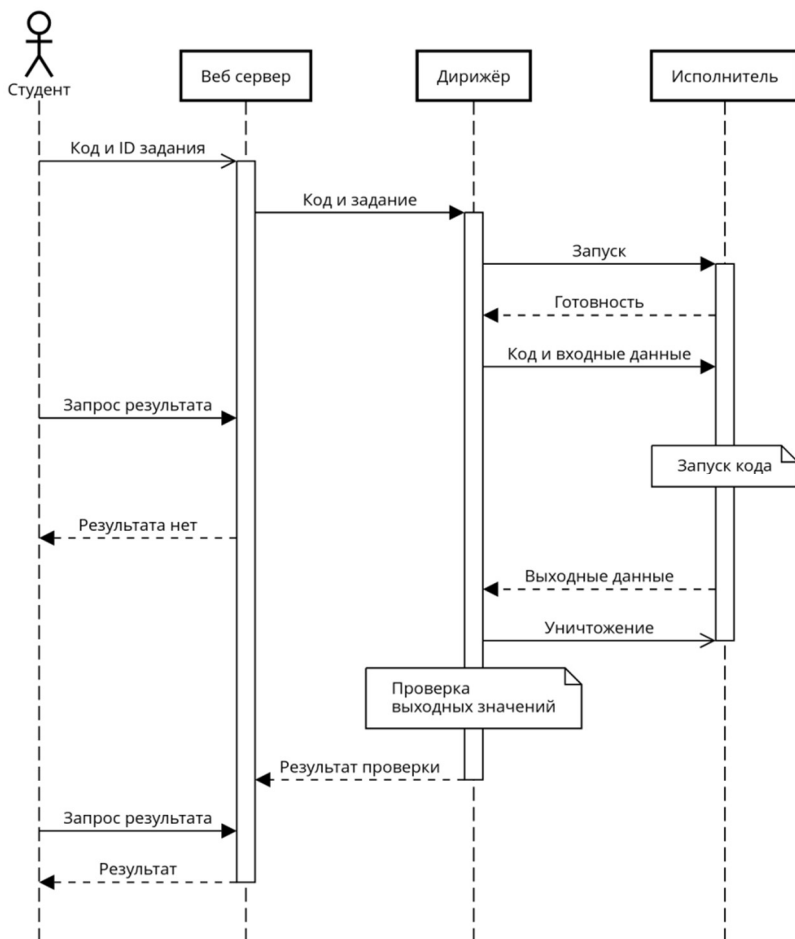


Рисунок 1 — визуализация движения данных на сервере

### Список литературы

1. Крайнова, Е. А. Актуальные проблемы преподавания дисциплин информационного цикла в вузе / Е. А. Крайнова, Ю. А. Тихонов, С. В. Снадченко // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 66-3. – С. 119-122.
2. Шкляр, Леон Архитектура веб-приложений / Леон Шкляр, Рич Розен. - М.: Эксмо, 2018. - 640 с.

3. How AWS's Firecracker virtual machines work. - Режим доступа: <https://www.amazon.science/blog/how-awss-firecracker-virtual-machines-work>, свободный.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РОССИИ. ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

И.В. Платонов, Б.В. Федотов  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций  
информатики, fedotovboris@gmail.com

*В работе рассматривается положение Российской Федерации на мировом рынке информационных технологий. Автор статьи анализирует проблемы, направления и динамику развития информационных технологий, отражает исторические аспекты изменений в сфере информационных технологий. На основе данных, находящиеся в открытом доступе, предлагается прогноз дальнейшего развития сектора информационных технологий, актуализируются задачи развития импортозамещения в области информационных технологий.*

*Ключевые слова: информационные технологии, рынок информационных технологий, индекс развития.*

Наряду с финансированием в области IT-технологий остро стоит вопрос кадрового обеспечения. Ведь не секрет, что многие высококлассные специалисты или уже уехали или собираются покинуть нашу страну. Для их сохранения в РФ должны быть созданы соответствующие условия. Правительство оперативно реагирует на возникающие проблемы. В 2022 году оно разработало пакет документов. Поддержка отрасли будет осуществляться по десяти важным направлениям. Среди них – грантовая поддержка перспективных отечественных IT-решений, улучшение жилищных условий для данных компаний, льготные кредиты и налогообложение и др. [1].

### **Методы изучения проблемы**

Применялись два основных метода: анализ и синтез. Во-первых, была изучена различная литература, научная и руководящие документы нормативно-правового характера. На основе синтеза была предпринята



попытка сгруппировать данный материал в соответствии с заявленной целью исследования.

### Результаты

В начале XXI века на рынке информационных технологий обозначились позитивные для России тенденции. Постоянно росли объемы производства. Так, на 2000 г. приходилось 169, 2003 г. – 460, 2004 г. – 550 млрд. руб. соответственно. Обратим внимание на количественные показатели по услугам связи. Их доля в секторе ИКТ уже в 2004 г. составляла примерно 90% рынка [2].

Интересным представляется анализ ВВП России указанного периода. Здесь заметно постепенное увеличение доли ИКТ-продукции в ВВП – от 1,9% в 2000 г. до 4,9% в 2004 г (рисунок 1).

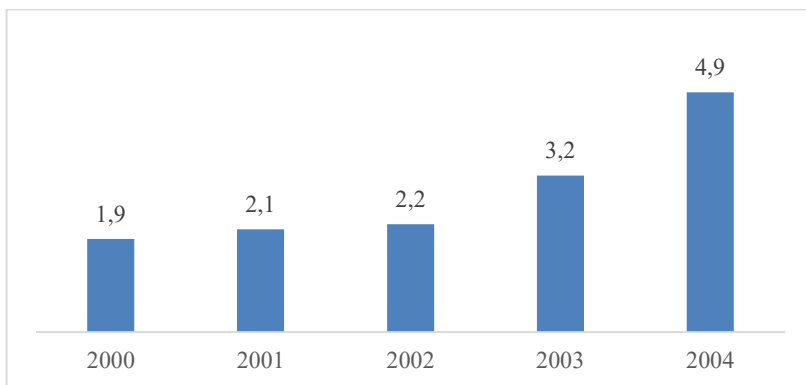


Рисунок 1 – Доля ИКТ в ВВП России, %

Сошлемся на данные CNews Analytics в период с 2001 по 2004 г. В этом анализе отмечается резкое увеличение совокупного оборота 100 крупнейших ИТ-компаний России. Увеличение составило 2,2 раза с 97 млрд до 215 млрд. (рисунок 2).

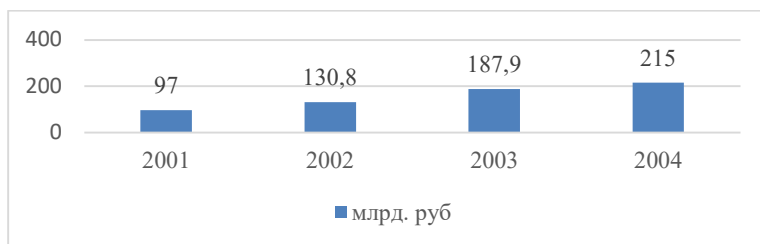


Рисунок 2 – Динамика совокупного оборота 100 крупнейших ИТ-компаний России

Однако период с 2007 по 2010 годы отмечен весьма противоречивыми тенденциями. При общем опережении мирового рынка ИТ со стороны России (рост почти в два раза) вместе с тем происходило замедление темпов его развития в целом и отдельных сегментов, в частности [2].

Специалисты считают благоприятным последнее десятилетие. Оно отмечено позитивной динамикой (рисунок 3). Так, за период с 2010 по 2019 гг. валовая добавленная стоимость на рынке информационных технологий увеличилась более чем вдвое, достигнув 945 млрд руб. [3].

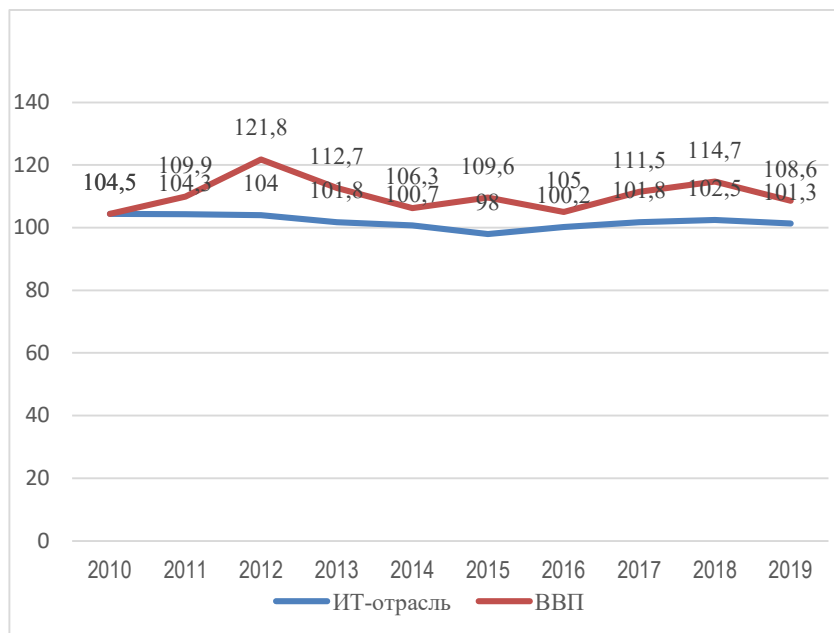


Рисунок 3 – Индексы физического объема валовой добавленной стоимости ИТ-отрасли (в % к предыдущему году; в постоянных ценах)

Пандемия оставила свой след в большинстве отраслей экономики. Не осталась в стороне и сфера информационных технологий, где наиболее заметное снижение произошло в 2020 году.

В России, безусловно, информационные технологии продолжают развиваться, вероятно даже крайне активно. Но пророчить нашей стране лидерство в этой области пока сложно. Существует на пути развития технологий и множество барьеров в нашей стране. Например, так

вышло, что почти весь мир решил разворачивать оборудование для сетей 5G на 3,4 — 3,8 ГГц (это оптимальные частоты для свежего стандарта). Однако российским операторам связи они не достанутся: диапазон зарезервирован под нужды военных.

Таблица 1 – Рейтинг стран по развитию ИКТ

	Индекс развития ИКТ		Субиндексы					
			Доступ к ИКТ		Использование ИКТ		Практические навыки использования ИКТ	
	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение	Место в рейтинге	Значение
Исландия	1	8,98	2	9,38	5	8,7	9	8,75
Республика Корея	2	8,85	7	8,85	4	8,71	2	9,15
Швейцария	3	8,74	8	8,85	2	8,88	31	8,21
Дания	4	8,71	14	8,39	1	8,94	6	8,87
Великобритания	5	8,65	4	9,15	7	8,38	33	8,17
Россия	45	7,07	50	7,23	51	6,13	13	8,62
Словения	46	7,06	51	7,22	36	6,67	50	7,54

Таблица 1 важна для анализа кадрового потенциала Российской Федерации. Становится понятным, кого мы опережаем и от каких стран отстаем. 13-е место в мировом рейтинге вряд удовлетворит нашу научную элиту, которая имеет и, не без основания, более высокие амбиции на сей счет.

Существует множество направлений в сфере информационных технологий, на которых следует сосредоточить усилия:

- беспроводной, широкополосный Интернет;
- мультимедиа;
- ликвидация компьютерной безграмотности;
- мобильность;
- робототехника.

Становится очевидным необходимость создания собственных центров, которые бы занимались разработкой и осуществлением исследований различных направлений данной отрасли. Это обеспечит конкурентоспособность России на мировом рынке ИТ. Подобные центры будут подтягивать специалистов высокого уровня, многократно увеличивая их численность. Особая роль принадлежит вузам. На них

ложится вся полнота ответственности по разработке учебных программ для подготовки специалистов в сфере ИТ.

Россия сталкивается с большим количеством угроз. Наиболее заметно данное явление в системе информационной безопасности, что в значительной степени связано с переходом на цифровую платформу. Затрагивая национальную экономическую безопасность, государство в числе приоритетных задач рассматривает вопросы, связанные с сохранением актуальных баз данных и недопущения утечки информации. Но данная проблема имеет и экономическую составляющую. Имея собственные разработки по созданию программ защиты информации, можно одновременно заниматься их продажей. И РФ уже имеет успехи на данном направлении. Ведущие специалисты во всем мире высоко оценивают потенциал российских разработчиков программных продуктов, считая, что уже к 2025 году РФ может занять 10 % мирового рынка в этой сфере. Такие задачи нашли отражение в утвержденной программе «Цифровая экономика РФ».

Проекты в сфере ИТ коснутся многих отраслей экономического развития, среди них – транспорт, государственное муниципальное управление, здравоохранение и др.

### **Заключение**

Индекс по развитию информационно-коммуникационных технологий показывает, что Россия в данной сфере еще отстает от лидеров, хотя и входит в двадцатку лучших. Есть ли у России шансы вырваться вперед? Да, они есть. Прежде всего не может не повлиять оказание беспрецедентной помощи ИТ со стороны государства. Выделение огромных средств из бюджета, льготное налогообложение для данной сферы, меры стимулирования и привлечения специалистов и др. Эти меры вселяют определенный оптимизм. Но есть и немало вопросов, которые уже в ближайшей перспективе нуждаются в разрешении. Важно привлечь бизнес, новые финансовые средства со стороны частных инвесторов, обеспечить открытое конкурсное размещение госзаказов на новые информационные технологии при гарантиях государственных закупок, открытый конкурсный отбор при реализации государственных проектов информатизации.

### **Список литературы**

1. Меры поддержки ИТ-отрасли в 2022 году определили в России. [Электронный ресурс]. URL: <https://murman.tv/news/russian-1/novosti/1646987393-mery-poderzhki-it-otrasli-v-2022-godu-opredelili-v-rosi> (Дата обращения: 30.03.2022)

2. 20 лет ИТ-рынка России: как отрасль стала цивилизованной. [Электронный ресурс] // CNews. [сайт]. URL: [https://biz.cnews.ru/articles/20\\_let\\_itrynka\\_rossii\\_kak\\_otrasl](https://biz.cnews.ru/articles/20_let_itrynka_rossii_kak_otrasl) (дата обращения: 15.12.2021)
3. Российский ИТ-сектор. [Электронный ресурс] // Русский Эксперт. [сайт]. – URL: [https://ruxpert.ru/Российский\\_ИТ-сектор](https://ruxpert.ru/Российский_ИТ-сектор) (дата обращения: 15.12.2021)

## ЭКСТРАКЦИЯ ПАРАМЕТРОВ И СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ЭКВИВАЛЕНТНОЙ СХЕМЫ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ

В. Д. Репенко, Д. Ходжиков, А. А. Коколов,  
Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники  
г. Томск, [andrei.a.kokolov@tusur.ru](mailto:andrei.a.kokolov@tusur.ru)

*В данной работе рассматривается применение метода экстракции параметров элементов эквивалентной схемы катушки индуктивности, принцип их расчета и создания модели, оптимизации и моделирования в САПР.*

*Ключевые слова: катушка индуктивности, экстракция, моделирование, микросхема, сверхвысокие частоты, эквивалентная модель*

Одним из этапов создания СВЧ интегральных схем (ИС) является моделирование. Данный процесс позволяет на этапе проектирования ИС предсказать характеристики, снизить количество ошибок, и, следовательно, добиться необходимых характеристик при изготовлении. В процессе разработки уместно использовать модели, основанные на реальных данных и отражающие физические процессы, которые происходят в нем, а также в связке с другими элементами [1].

Катушки индуктивности важны при проектировании многих разновидностей СВЧ ИС усилителей, генераторов, преобразователей частоты, устройств управления амплитудой и фазой сигнала и т. п. В данной работе рассматривается экстракция значений элементов ЭС для катушки индуктивности, по методу, описанному в [2].

ЭС катушки индуктивности (рисунок 1б) на основе КМОП описывается следующими элементами: собственная индуктивность  $L_S$ ,

сопротивление проводника  $R_s$ , ёмкость  $C_p$  между витками катушки. Паразитные явления, обусловленные влиянием подложки, представляются емкостями  $C_{SUB1}$ ,  $C_{SUB2}$  и сопротивлениями  $R_{SUB1}$ ,  $R_{SUB2}$ . Также между проводниками катушки и подложкой возникает оксидная пленка, возникающая в следствии диффузионного процесса, характеризуется паразитными емкостями  $C_{OX1}$ ,  $C_{OX2}$ .

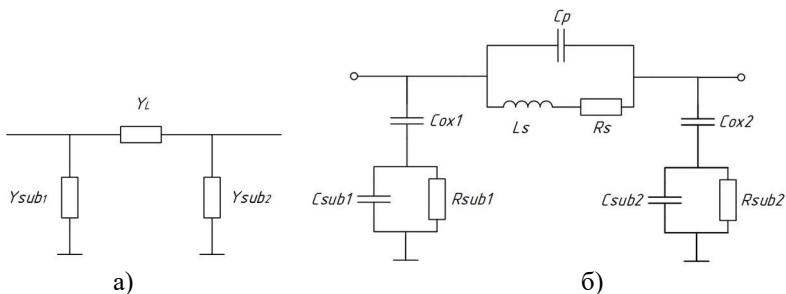


Рисунок 1 – ЭС катушки индуктивности

Метод основывается на следующих этапах:

- Преобразование матрицы S-параметров в Y-параметры;
- Расчет проводимостей ветвей ЭС (рисунок 1а);
- Расчет номиналов элементов ЭС индуктивности, исходя из значений параметров на граничных частотах;
- Расчет номиналов паразитных ветвей на подложку;
- Произведение оптимизации (в пределах  $\pm 5\%$ ).

Для упрощения расчетов предложено рассматривать выражения, описывающие ветви П-образной модели, на разных частотах. Например, на низкой частоте в ветви, описывающей  $Y_L$  (рисунок 1), влияние паразитной межвитковой емкости стремится к нулю, следовательно, реальная часть описывает влияние омических потерь, а мнимая – реактивного сопротивления катушки.

Расчет номиналов элементов ЭС производится при граничных частотах, что приводит неточности ЭС из-за зависимости от частоты. Для уточнения и устранения зависимости по частоте производится оптимизация, применяемая в САПР.

Рассмотрим применение метода. Имеется следующая катушка индуктивности на основе КМОП технологии. Ее вид и измеренные характеристики на рисунке 2.

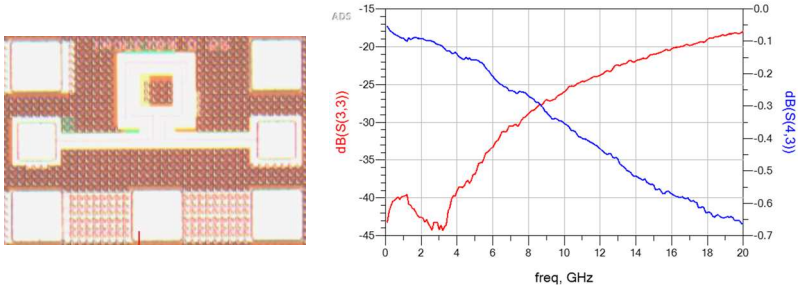


Рисунок 2 – Катушка индуктивности и ее характеристики

Применим метод экстракции, описанный выше, выполним моделирование и оптимизацию. Результаты моделирования S-параметров модели и реальной катушки индуктивности представлены на рисунке 3. На рисунке 4 представлены эффективные показатели индуктивности и сопротивления, а на рисунке 5 – добротность.

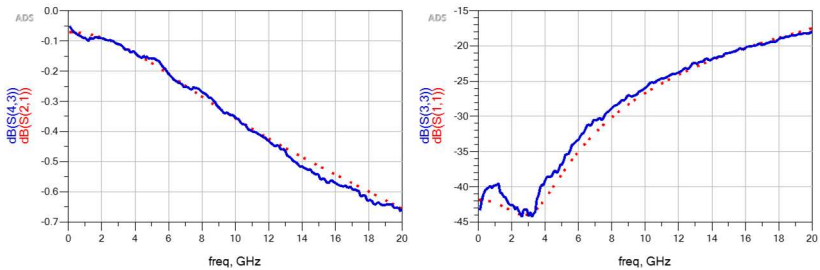


Рисунок 3 - S-параметры реальной катушки (синяя линия) и модели (красная)

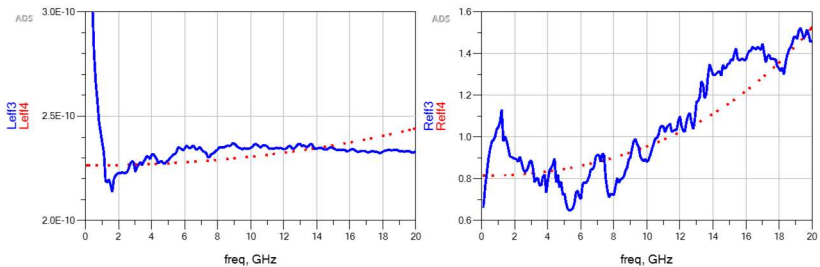


Рисунок 4 - Эффективная индуктивность и сопротивление реальной катушки (синяя линия) и модели (красная)

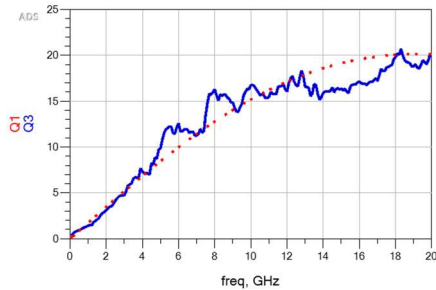


Рисунок 5 - Добротность реальной катушки (синяя линия) и модели (красная)

Результаты показывают возможность применения метода, модель точна по S-параметрам, но по результатам эффективных показателей: добротности, индуктивности и сопротивления требуется уточнение математической модели и совершенствовании ЭС.

### Список литературы

1. Горяинов А. Е. Автоматизированное построение моделей пассивных компонентов и их применение при структурно-параметрическом синтезе маломощных СВЧ транзисторных усилителей: дис. канд. тех. наук/Горяинов Александр Евгеньевич-Томск, 2016-168с : дис. – Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016.
2. Goni A. et al. A physical-based method for parameter extraction of on-chip spiral inductor //2007 Spanish Conference on Electron Devices. – IEEE, 2007. – С. 359-363.
3. Teply F. E. et al. Radiation hardness evaluation of a 0.25  $\mu\text{m}$  SiGe BiCMOS technology with LDMOS module //2011 12th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems. – IEEE, 2011. – С. 881-888.



## ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СКРЫТОГО МОСТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ПЛАТ

П.Д. Репенко<sup>1</sup>, Е.В. Шестериков<sup>1,2</sup>, Д.С. Рогожников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники, г. Томск, Россия,

<sup>2</sup>Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия  
email: repenkovpavel18@gmail.com

*В настоящее время для формирования проводниковых перемычек на микрополосковых платах для гибридных интегральных схем (ГИС) используется в основном технология микроразварки золотой проволокой, в связи с чем возникают дополнительные трудозатраты при монтаже и снижается надежность изделия по причине возможного замыкания или отслоения перемычки при внешних ударных воздействиях. Существует также вариант формирования перемычки поверх диэлектрического слоя, в основном полиимида, защищающего от замыкания, существенным недостатком способа является необходимость формирования большой толщины диэлектрического слоя вследствие чего из-за разницы в температурном коэффициенте линейного расширения материалов диэлектрика и проводников происходит отслоение диэлектрического слоя. В данной работе приведено одно из возможных технологических решений обозначенной выше проблемы создания перемычек в микрополосковых платах на этапе ее изготовления методом скрытого мостового соединения.*

*Ключевые слова: микрополосковая плата; гибридная интегральная схема, перемычка, микроразварка, скрытое мостовое соединение; магнетронное напыление; гальваническое осаждение; фотолитография.*

На рисунке 1 представлены 5 основных технологических этапов изготовления микрополосковой платы для ГИС со скрытым мостовым соединением.

На первом этапе на предварительно обработанную подложку ( $Al_2O_3$ , AlN, ситалл и др.) методом магнетронного напыления наносится слой алюминия, толщиной 0,3 мкм и формируется топология перемычки методом контактной фотолитографии.

На втором этапе формируется фоторезистивная маска на основе позитивного фоторезиста ФП 25ЭКО, производителя ФРАСТ М.

На третьем этапе методом магнетронного распыления кремниевой мишени в атмосфере смеси газов 70%Ar+30%O<sub>2</sub> при рабочем давлении 0,4 Па и удельной мощности магнетрона 7,11 Вт/см<sup>2</sup> наносится диэлектрический слой SiO<sub>2</sub>, толщиной 0,25 мкм. После напыления производится снятие фоторезистивной маски методом «взрыва» в подогретом до 80 градусов диметилформамиде. В результате формируются окна к Al перемычкам.

На четвертом этапе методом магнетронного напыления Cr(0,1 мкм) и Cu(1 мкм) с последующей фотолитографией формируется топология проводников, в том числе, имеющих контакт к скрытому мостовому соединению (Al перемычке).

На пятом этапе методом гальванического осаждения по подслою Cr на проводниках формируется функциональный слой Ni(1 мкм) и Au(1 мкм). Поле чего стравливается подслоя Cr.

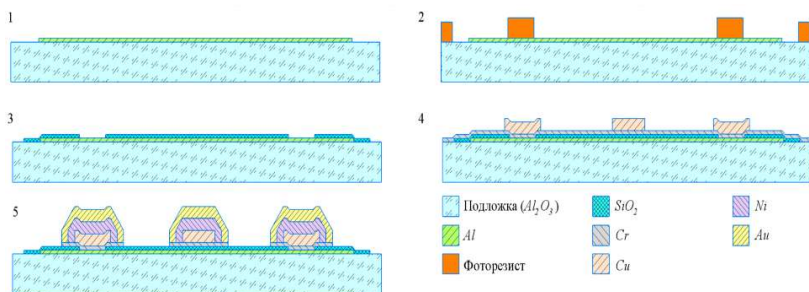


Рисунок 1 – Этапы изготовления гибридной интегральной схемы со скрытыми мостовыми соединениями

На рисунке 2 представлен фрагмент изготовленной микрополосковой платы для ГИС со скрытым мостовым соединением.

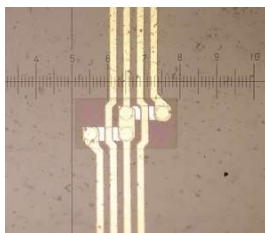


Рисунок 2 – Фрагмент микрополосковой платы со скрытым мостовым соединением

В результате была разработана альтернативная технология формирования микрополосковых плат со скрытыми мостовыми соединениями, позволяющая исключить трудоемкие операции

формирования проволочных перемычек на последующих этапах сборки ГИС.

### **Список литературы:**

1. Дробахин О. О., Плаксин С. В., Рябчий В. Д., Салтыков Д. Ю. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ. – Севастополь: Вебер, 2013.– 322 с.
2. Applied Thin-Film Products // Polyimide Supported Bridges [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thinfilm.com/bridges.html> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Хохлун А.Р., Бейль В.И. Некоторые особенности технологии производства современных многокристалльных микросборок и «систем в корпусе» типа МКМ-К// Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 4. – С.46-49.

## **МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАНАЛА В "5G MASSIVE MIMO-OFDM" СИСТЕМАХ**

Рябов И.А, Артюшенко В.В.

Новосибирский государственный технический университет,  
ivan\_ryabov\_al@mail.ru

*В данной работе проводится сравнение различных методов оценки канала для 5G mMIMO-OFDM систем с использованием модуляции 64-QAM. Сравнение производится по критерию минимума BER от ОСШ для следующих методов оценки канала: МНК, МСКО и МГК. Зависимость BER от ОСШ для указанных методов получена путем численного моделирования в среде Matlab. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение МГК в mMIMO-OFDM системах нецелесообразно, МСКО применяют требовательных к качеству оценки канала системах, а МНК - в системах, где высокая точность оценки не требуется.*

*Ключевые слова: mMIMO, OFDM, 64-QAM, BER, ОСШ, МНК, МСКО, МГК.*

В последние годы число пользователей Интернета постоянно растет, что приводит к увеличению спроса на услуги беспроводной связи. Также повышаются требования к скорости передачи данных, доступности эти данных в любом месте и в любое время, к

эффективному использованию спектра и к пропускной способности сети, что важно в условиях городской среды с многолучевостью и промышленными помехами [1]. Беспроводные системы связи 5G способны удовлетворить эти требования. Для создания эффективно работающей системы требуется точная оценка канала, поскольку оценка канала в приемнике позволяет восстановить потерянные данные. Проблема эффективной оценки канала - одна из основных для массивных 5G систем с многими входами и выходами (mMIMO) и с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM), поэтому в этой работе проводится сравнение существующих методов оценки канала, приводятся рекомендации по возможным сценариям их применения [2].

Для проведения сравнения методов оценки канала потребуется модель 5G mMIMO-OFDM системы (Рисунок 1) [3].

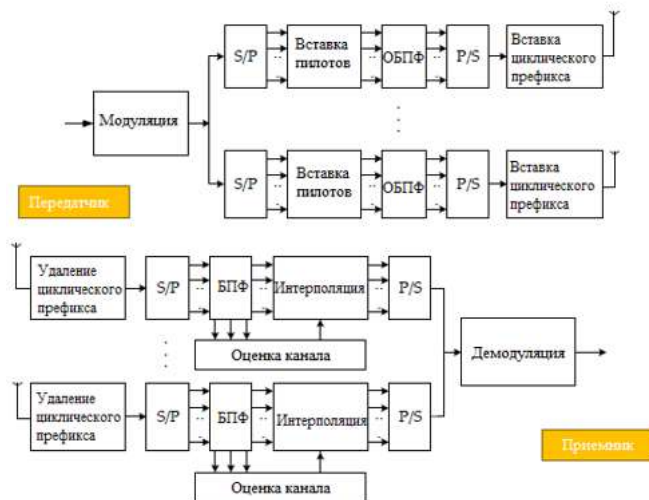


Рисунок 1 — Модель mMIMO-OFDM системы

Для моделирования системы было использовано 64 антенны на приемной и передающей сторонах, применялась 64-позиционная квадратурная амплитудная модуляция (64-QAM). Также использовалось 4096 поднесущих, пилотный интервал – 4, длина циклического префикса - 1024, количество пилотов - 1024, пределы изменения ОСШ - от 0 до 40 дБ. Используется модель канала Рэля – модель с замираниями, где приемника достигают отраженные сигналы.

В работе сравнивается эффективность следующих методов оценки: метода наименьших квадратов (МНК), метода минимума среднеквадратичной ошибки (МСКО), метода главных компонент (МГК). Они сравниваются путем построения в пакете прикладных программ Matlab графиков зависимостей частоты битовых ошибок (BER) от различных значений отношения сигнал/шум (ОСШ). Метод наименьших – самый простой, формула для оценки канала будет выглядеть следующим образом:

$$H = X^{-1}Y \quad (1)$$

где  $H$  – матрица канала,  $X$  – диагональная матрица с пилот-сигналами на главной диагонали,  $Y$  – вектор принятых символов. Метод минимума среднеквадратичной ошибки достаточно точен, но используется реже, поскольку требуется дополнительная информация о состоянии канала. Метод главных компонент является приближением к методу минимума среднеквадратичной ошибки, позволяет сжать сложные данные с минимальными потерями информации [4].

После создания алгоритма, описывающего приведенную выше систему mMIMO-OFDM, получены графики зависимостей, позволяющие сравнить методы оценки канала между собой (Рисунок 2).

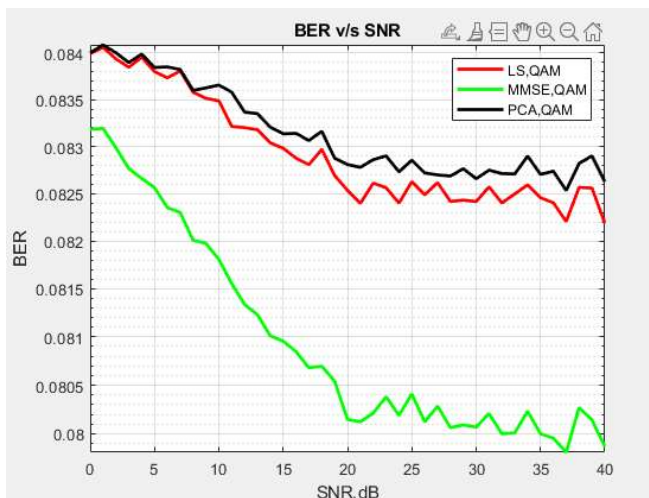


Рисунок 2 — Графики зависимостей частоты битовых ошибок от ОСШ

Анализируя полученные зависимости можно сказать, что метод главных компонент нецелесообразно применять в 5G mMIMO-OFDM

системах, поскольку при любых значениях ОСШ метод менее эффективен, чем метод наименьших квадратов – частота битовых ошибок больше, при этом вычислительная сложность метода главных компонент куда больше. Метод наименьших квадратов можно применять в системах, где дополнительная информация о состоянии канала не может быть найдена, либо в системах, где высокая точность оценки не требуется. Также у метода наименьших квадратов самая низкая вычислительная сложность. Метод минимума среднеквадратичной ошибки является наиболее точным из всех рассмотренных, но требует нахождения дополнительной информации о состоянии канала - ковариационной матрицы для вектора импульсной характеристики и передаточной функции. Данный метод рекомендуется применять в системах с высокими требованиями на качество оценки канала.

### **Список литературы**

1. Петров В.П. Производительность сетей связи при пространственно-временном кодировании – Новосибирск, Вестник СибГУТИ, 2016, 12;
2. Praveen Kumar Malik, Zhongyu Lu, B. T. P. Madhav, Geeta Kalkhambkar, Swetha Amit. Smart Antennas: Latest Trends in Design and Application - Springer Nature, 2022;
3. Ha An Le, Trinh Van Chien, Tien Hoa Nguyen, Hyunseung Choo and Van Duc Nguyenю. Machine Learning-Based 5G-and-Beyond Channel Estimation for MIMO-OFDM Communication Systems - Systems. Sensors 2021, 21, 4861, doi: 10.3390/s21144861;
4. Mona Nasser, Hamidreza Bakhshi, Sara Sahebdel, Razieh Falahian, Maryam Ahmadi. PCA Application in Channel Estimation in MIMO-OFDM System. – Int'l J. of Communication, Network and System Sciences, 2011, 4, 384-387.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ ГЕОДЕЗИИ НА ПЛАТФОРМЕ ВИДЕОИГРЫ MINECRAFT**

**М.А. Смоляков, В.Л. Евсеев, С.В. Долин**  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
sergeydolin@mail.ru

*Статья содержит описание этапов разработки модификации для видеойгры Minecraft, в которой осуществляется попытка реализации*

*прямой и обратной геодезической задачи при помощи Fabric API. Сравниваются два существующих API, которые упрощают процесс разработки дополнений для Minecraft: Forge и Fabric. Представлены промежуточные результаты создания электронного тахеометра и прочего дополнительного оборудования, применяемого в геодезии, на платформе видеоигры. Рассматривается возможность использования модификации в высших учебных заведениях для изучения процесса работы с геодезическими инструментами.*

*Ключевые слова: программирование, моделирование, тахеометр, Java, Minecraft, Fabric API, IntelliJ IDEA, Blockbench.*

Видеоигры в настоящее время являются неотъемлемой частью медиaprостранства. Они могут применяться не только с целью развлечения, но и как инструмент с огромным потенциалом в сфере образования. Применению видеоигр в вопросе образовательной деятельности посвящено множество работ, в которых подтверждается их высокая эффективность [1, 2, 3].

На вершине рейтинга самых продаваемых игр современности располагается видеоигра Minecraft, выпущенная шведской студией Mojang в 2011 году. Количество продаж за десятилетний период превышает число в 200 млн копий. Minecraft – это яркий представитель жанра «песочница», который предполагает высокую степень свободы в действиях игрока.

Активное сообщество видеоигры за десятилетний период создало огромное число разнообразных модификаций, дополняющих и расширяющих стандартный игровой процесс. По данным площадки CurseForge [4], агрегирующей дополнения для различных видеоигр, на настоящий момент для Minecraft загружено более 100 тысяч модификаций.

Данный феномен обусловлен тем, что существуют свободно распространяемые API, которые в значительной степени упрощают внедрение каких-либо изменений в исходный код видеоигры. Главными представителями данного программного обеспечения являются Forge и Fabric. Пятилетний интервал между релизами этих API обусловил перевес в сторону Forge в количестве обучающих материалов, что является главным его преимуществом. Несмотря на это, в последнее время, предпочтение большинства разработчиков отдается относительно новому Fabric API, который обладает рядом важных достоинств:

- простота написания программного кода;
- оперативность выхода обновлений под новые версии Minecraft;

– высокая степень оптимизации.

Основываясь на этих особенностях, для разработки модификаций на платформе Minecraft рекомендуется использовать Fabric API [5].

Таким образом, высокая популярность видеоигры, и широкие возможности в плане ее модификации являются хорошей основой для реализации дополнения с геодезической тематикой.

Разработка модификации включает в себя три этапа:

1. Адаптация обратной и прямой геодезической задач к прямоугольной системе координат Minecraft;
2. Создание моделей электронного тахеометра и прочего геодезического оборудования;
3. Кодирование поведения геодезических инструментов.

Первый этап. Наиболее простыми в реализации являются прямая и обратная геодезические задачи. Суть обратной задачи заключается в расчете расстояния и дирекционного угла по известным координатам двух точек. Один из видов прямой геодезической задачи подразумевает определение координат по известному дирекционному углу начального направления, по измеренным углам и расстоянию до искомого пункта.

Алгоритм решения этих задач был запрограммирован и адаптирован для работы с системой координат (СК) Minecraft.

Minecraft написан на языке программирования Java, соответственно и все модификации создаются тоже на нем. Для упрощения работы с кодом использовалась интегрированная среда разработки IntelliJ IDEA.

Второй этап. Создание моделей геодезического оборудования осуществлялось в программе Blockbench. Особенностью моделирования для Minecraft является невозможность использования каких-либо других геометрических примитивов помимо параллелепипеда. В программе были созданы модели электронного тахеометра, пилона принудительного центрирования и углового отражателя (Рисунок 1).





*Рисунок 1 – Модели геодезического оборудования интегрированные в Minecraft*

Третий этап. Наиболее сложным процессом в создании модификации является кодирование поведения геодезических инструментов. Для этого требуется в достаточной степени изучить Fabric API и исходный код Minecraft, поэтому, на данный момент работа над дополнением еще не окончена. После реализации решения обратной и прямой геодезических задач планируется доработка модификации путем расширения спектра прикладных геодезических задач и добавления другого геодезического оборудования, таких как нивелир, беспилотные летательные аппараты и так далее. Планируется свободно распространять и предлагать к использованию данную модификацию в высших учебных заведениях, для изучения процесса работы с геодезическими инструментами. Преимуществами данной разработки может являться актуализация и поднятие интереса в формате дистанционного обучения.

### **Список литературы**

1. Богданова, Д. А. Обучение на основе видеоигр / Д. А. Богданов. – Текст : непосредственный // Народное образование. – Москва : 2014. – С. 176-185.
2. Сибиряков, А. В. Использование видеоигр при обучении английскому языку / А. В. Сибиряков. – Текст : непосредственный // Уникальные исследования XXI века. – Печора : Печорское речное училище – филиал ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова», 2015. – № 8. – С. 200-204. – eISSN : 2409-1723.
3. Шпаковский, Ю. Ф. Видеоигры в процессе образования / Ю. Ф. Шпаковский, М. Д. Данилюк. – Текст : непосредственный // Труды

БГТУ. – Минск : Белорусский государственный технологический университет, 2018. – № 1 (207). – С. 50-55. – ISSN : 2520-6729.

4. Агрегатор модификаций CurseForge. – URL : <https://www.curseforge.com> (дата обращения 05.04.2022). – Текст : электронный.

5. Документация по Fabric API. – URL : <https://fabricmc.net/wiki/start> (дата обращения 05.04.2022). – Текст : электронный.

## АНАЛИЗ РЫНКА АППАРАТНЫХ, ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

И.Н. Блок, В.В. Лихачев, К.А. Файзуллин  
Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК),  
[likch@mail.ru](mailto:likch@mail.ru)

*В данной работе произведен анализ рынка систем контроля и управления доступом, представленных на российском рынке. Авторами определены и рассмотрены отечественные и иностранные производители, определены возможности и сферы использования СКУД. Был разработан модуль с функционалом контроля и анализа соблюдения политики проходов и рабочего времени для СКУД «Интеллект».*

*Ключевые слова: СКУД, контроль, управление доступом, модуль, безопасность.*

Контроль потока сотрудников, модерация посетителей – это необходимые меры безопасности для любой организации, от небольшого локального производства до занимающей лидирующие позиции компании [1]. Помимо безопасности системы контроля и управления доступом могут закрывать и другие требования использующих их организаций, например, такие как: учет рабочего времени сотрудников и опозданий на рабочие места, разделение доступа в различные отделы по должностям [2]. Фактический объем задач, решаемых СКУД (система контроля и управления доступом) и дополнительными модулями, очень обширен, нужный функционал, если он не предусмотрен ассортиментом компании разработчика, может создаваться индивидуально [3].

Рынок СКУД очень насыщенный, на Российском рынке представлено около сотни решений от отечественных и иностранных разработчиков. Рассмотрим компании, которые базируются на территории Российской Федерации. Для сбора статистики по популярности того или иного производителя, при условии, что компании не публикуют отчетность о предоставленных услугах в открытом доступе, будет использован количественный показатель поисковых запросов по этим производителям. При сборе и анализе информации о производителях систем контроля и управления доступом будут учитываться только те производители, для уменьшения выборки до приемлемых размеров, которые лично производят контроллеры СКУД и программное решение для них. Результаты изображены на Рисунке 1, рассмотрим первые 8 из них:

1. PERco (19760 запросов, включающих название компании в месяц). Лидер Российского рынка, более 34 лет на рынке безопасности [4], единственная компания из списка, изготавливающая и поставляющая все необходимые материалы для создания системы контроля и управления доступом самостоятельно.

2. АххонSoft (4256 запросов, включающих название этой компании в месяц). Компания Аххон или ITV базируется в Российской Федерации. Компания создает как полноценные системы, так и автономные, «коробочные» решения.

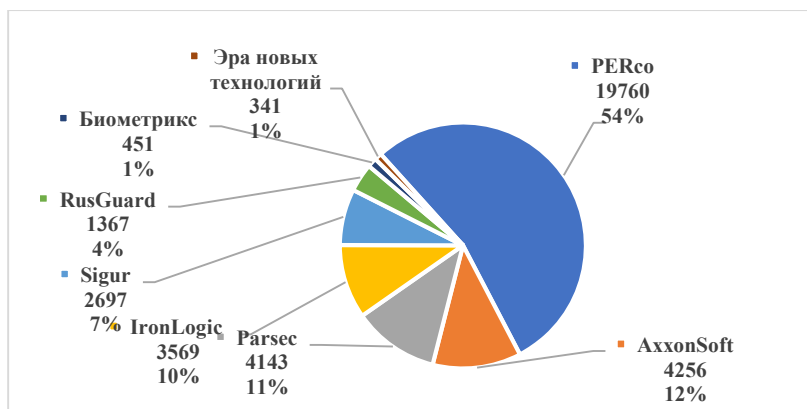


Рисунок 1 - Количество упоминаний по Яндексу за месяц

3. Parsec (4143 запросов, включающих название этой компании в месяц). Базируется в России, более 23 лет на рынке, высокое качество

продукции, но немного более скромный выбор относительно других компаний.

4. IronLogic (3569 запросов, включающих название этой компании в месяц). IronLogic с брендом производителя RF Enabled ID более 13 лет на рынке занимается импортом своей продукции более чем в 32 страны.

5. Sigur (2697 запросов, включающих название этой компании в месяц).

6. RusGuard (1367 запросов, включающих название этой компании в месяц).

7. Прософт Биометрикс (451 запрос, включающих название этой компании в месяц).

8. Эра новых технологий (341 запросов, включающих название этой компании в месяц).

Изучив предложения на рынке, было принято решение спроектировать и разработать модуль с функционалом контроля и анализа соблюдения политики проходов и рабочего времени для СКУД «Intellect». В качестве языка разработки модуля был использован язык C#. Дополнительно были проанализированы подсистемы графического интерфейса. Модуль был разработан в виде настольного приложения, используя подсистему WPF.

Разработанный модуль учета рабочего времени сотрудников и студентов позволяет формировать ежемесячную отчетность об общем проценте посещаемости и опозданий, проводить выборочный анализ конкретного студента за период, производить оповещение об опозданиях путем рассылки уведомлений, формировать отчеты по соответствию рабочим часам за отчетный период.

После исследование различных модулей для вышеперечисленных систем можно сделать вывод, что практически у всех присутствует самый востребованный функционал, хоть и различный по реализации, но чаще всего в обширном и дорогом исполнении. Именно поэтому актуален и существуют рынок предложений по индивидуальной разработке модулей под конкретные цели заказчика. Исходя из этих требований, был разработан и внедрен модуль с функционалом контроля и анализа соблюдения политики проходов и рабочего времени для СКУД «Intellect».

## **Список литературы**

1. Новые тенденции в СКУД [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bezopasnost.ru/about/articles/detail/40/1075/> (дата обращения 23.03.2022).

2. СКУД от «А» до «Я» [Электронный ресурс]. – URL: [https://securityrussia.com/blog/vibrat\\_skud.html](https://securityrussia.com/blog/vibrat_skud.html) (дата обращения 23.03.2022).
3. Рынок СКУД: итоги и перспективы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.secuteck.ru/articles/rynok-skud-itogi-i-perspektivy-mneniya-rukovoditelej-kompanij> (дата обращения 23.03.2022).
4. PERCo. О компании [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.perco.ru/o-kompanii/> (дата обращения 23.03.2022).

## ЧАТ-БОТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОДВИЖЕНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

А.А. Фролов, И.Д. Колдунова  
Сибирский университет потребительской кооперации,  
[irakoldunova@mail.ru](mailto:irakoldunova@mail.ru)

*В работе представлено исследование возможности использования чат-ботов в качестве инструмента продвижения и поддержки интернет-магазина. Приведена классификация и отличительные черты данного вида приложений. Показан процесс разработки и настройки чат-бота для интернет-магазина.  
Ключевые слова: чат-бот, интернет-магазин, маркетинг, искусственный интеллект.*

Современный потребительский рынок товаров и услуг находится на таком уровне, что все больше отдается предпочтение онлайн заказам. Возможность ориентироваться во множестве онлайн-сервисов, быстрое реагирование на запросы клиентов приводит к необходимости выстраивания диалога с ними посредством онлайн чатов. И у крупных корпораций, и у малого бизнеса имеются схожие факторы, обосновывающие необходимость внедрения этого решения: развитие технологий; популярность соцсетей; необходимость аутсорсинга в условиях постоянно растущей рабочей нагрузки. Использование чат-ботов в таких случаях является оправданным и эффективным, о чем свидетельствуют и достаточное количество исследований [1, 2].

Под чат-ботом понимают «специальный вид приложений, которые реализуется в виде диалогового интерфейса» [3]. Его использование позволяет компаниям, работающим на конечного потребителя, предоставить клиенту возможность общения с поддержкой

искусственного интеллекта, так как клиенту зачастую необходимо владеть дополнительной информацией о товаре или услуге, которую ему предоставляют.

По интеллекту чат-боты делятся на:

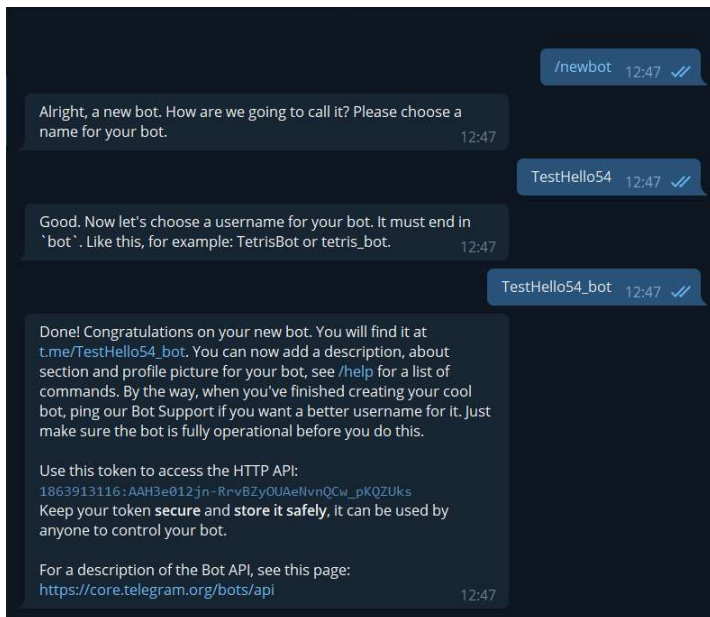
- ограниченные (строго алгоритмизированные);
- самообучающиеся (нейросети).

Возможности предоставляемых сервисов для разработки ботов довольно ограничены и подходят только тогда, когда не требуется сложный функционал. При необходимости обращения посредством бота, например в 1С и выяснения статуса заказа или количества остатка, типовой бот уже не сможет эффективно функционировать. В этом случае с помощью всевозможных фреймворков разрабатывается подходящий виртуальный помощник, который по своим возможностям сравнимый с полноценным сайтом или мобильным приложением.

Покажем на примере процесс разработки чат-бота для выполнения однотипных задач службы поддержки интернет-магазина, который обязан отвечать на наиболее распространенные вопросы, входящие в перечень стандартных, решаемых без участия менеджера. За счёт использования чат-бота предполагается поднять конверсию и увеличить лояльность аудитории к фирме.

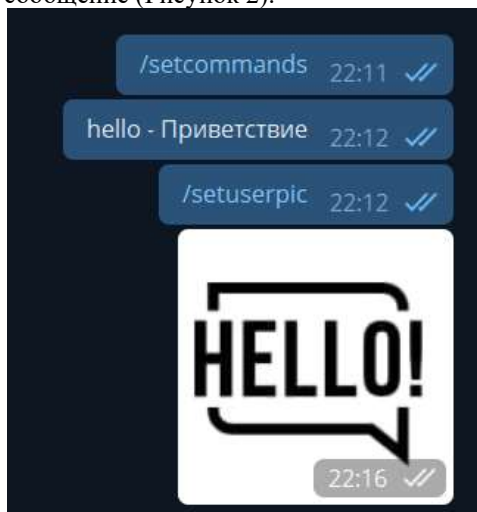
Первый шаг в разработке чат-бота - его регистрация и получение его уникального id, который одновременно является и токеном. Для решения этой задачи в Telegram существует специальный бот — @BotFather. Необходимо написать ему /start, что позволит получить список всех доступных команд.

В случае успеха BotFather возвращает токен бота и ссылку для быстрого добавления бота в контакты (Рисунок 1).



*Рисунок 1—Регистрация бота*

На данном этапе можно присвоить боту аватар, описание и приветственное сообщение (Рисунок 2).



*Рисунок – 2. Настройки чат-бота*

Настроить функционал чат-бота возможно используя язык программирования C#, добавив стороннюю библиотеку под названием Telegram.Bot с помощью пакетного менеджера NuGet. Для отправки сообщения надо знать id чата и само сообщение. Для этого необходимо воспользоваться параметром Chat и взять его id.

Заключительным этапом разработки чат-бота является сборка и компиляция проекта. Для проверки работоспособности разработанного чат-бота необходимо найти его в Телеграм и проверить работает он или нет.

Чат-бот в бизнесе помогает компаниям выполнять большой объём работы без дополнительного набора персонала для выполнения услуг, отданных под распоряжение машины. Чат-боты решают проблему с установкой и использованием специальных приложений на устройства, так как способны функционировать на разных платформах и через разные каналы. В связи с этим использование соцсетей в качестве маркетингового инструмента позволяет компаниям продвигать свои интересы на рынке товаров и услуг с большей эффективностью благодаря «общению» с клиентом посредством, например, чат-ботов.

### **Список литературы**

1. Матвеева Н.Ю., Золотарюк А.В. Технологии создания и применения чат-ботов // Научные записки молодых исследователей. 2018. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-sozdaniya-i-primeneniya-chat-botov> (дата обращения: 20.03.2022).
2. Чат-боты: введение от разработчика // Библиотека программиста. 2017. URL: <https://proglib.io/p/chat-bots-intro> (дата обращения 13.03.2022)
3. Идея для продвинутых: как заработать на чат-боте // URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/611217c59a794776346ad2de> (дата обращения 03.03.2022)



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЕЙ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В СЕТЯХ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕРАДИОВЕЩАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

А.А. Максимова, А.Е. Колягина, М.С. Шушинов  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и  
информатики, efemerian@gmail.com

*В работе исследована возможность проведения измерений показателей качества в сетях цифрового телевизионного вещания стандартов DVB-T2 и DVB-S2 с применением измерительной техники изготовленной в Российской Федерации. В результате проведенных исследований разработаны схемы и методика проведения измерений с применением анализаторов сигнала ИТ-12 и ИТ-15Т2, поставлены лабораторные работы по курсу «Системы и сети цифрового телерадиовещания» в условиях ограничений на закупку импортной измерительной техники.*

*Ключевые слова: измеритель, цифровое, телевидение, качество, сигнальное созвездие.*

Исследование показателей качества в сетях наземного и спутникового цифрового телевизионного вещания DVB-T2 и DVB-S2 является актуальной задачей. К сожалению, в настоящее время из-за санкционной политики недружественных стран Европы закупки современного измерительного оборудования, оборудования для формирования сигнала, исследовательского оборудования стали невозможны. В то же время помимо решения научных задач исследования систем и устройств цифрового телевидения существует потребность в обновлении учебных планов направлений подготовки в рамках ФГОС, рабочих программ и оценочных средств является необходимым условием обеспечения качественно высокого уровня подготовки дипломированных специалистов (бакалавров).

Целью работы являлось исследование возможности измерения качественных показателей сигнала в сети цифрового телевидения DVB-T2 и DVB-S2 и помощью измерительной техники произведенной в Российской Федерации, разработка схем лабораторных макетов и методики измерения показателей качества с постановкой новых лабораторных работ для получения навыков практических измерений.

Анализ имеющейся продукции на Российском рынке привел к неутешительному выводу, что существует всего два отечественных

производителя средств измерения качественных показателей сигнала DVB-T2: ООО «Планар», г. Челябинск и НИИ «Радио и телевидения», г. Санкт-Петербург. Изучение ассортимента продукции выше указанных изготовителей, возможностей продуктов и цен не дали однозначного вывода. Так ООО «Планар» ориентируется в основном на переносные малогабаритные приборы, а НИИ «Радио и телевидения» - на профессиональные измерительные комплексы. При изучении доступности продукции этих предприятий оказалось, что НИИ «Радио и телевидения» не предоставляет цены на продукцию в открытом доступе. ООО «Планар» имеет достаточно широкую дилерскую сеть, и цены на продукцию представлены на официальном сайте и у множества дилеров. По этой причине выбор был сделан в пользу продукции ООО «Планар».

Несмотря на достаточно хороший функционал измерительных приборов для измерения параметров в сети DVB-T2/S2 для контроля всего спектра качественных показателей требуется приобретение не одного, а пары измерителей: измеритель для радиотракта (показатель радиосигнала). Однако, это не является недостатком продукции ООО «Планар», так как подобной универсальностью не обладают измерители, в том числе и зарубежного производства. Таким образом, для постановки цикла лабораторных работ по дисциплину «Системы и сети цифрового телерадиовещания» требуется использование измерителей ИТ-15Т2 [1] и ИТ-12 [2]. С помощью этих измерителей можно выполнить измерения показателей радиосигнала в сети DVB-T2 и DVB-S2. К сожалению, анализаторов транспортного потока ООО «Планар» не выпускает.

Поскольку для измерения качественных показателей сигнала DVB-T2 и DVB-S2 требуется источник, то на его роль может подойти для измерения в наземной сети приемная антенна, например пассивная направленная лог-периодическая антенна «BAS-1110-Р Двина» [3] производства Саратовского электро-механического завода «РЭМО», а для измерения показателей сигнала спутниковой сети любой подходящий комплект из спутниковой антенны и конвертера, например диапазона Ku.

Для визуального контроля качества принимаемого сигнала и оценки соответствия измерений с результатами визуальной оценки необходимо наличие телевизионного приемника способного принимать DVB-T2 и DVB-S2, или же соответствующего комплекта приемных приставок и телевизионного приемника с подходящим интерфейсом подключения для соединения с приставками.

Подключение измерителей в антенно-фидерные тракты необходимо выполнять через качественные делители мощности сигнала, хорошим экранированным кабелем, например RG-6, с волновым сопротивлением 75 Ом для DVB-T2 и, например SAT-752, с волновым сопротивлением 75 Ом для DVB-S2 и без дополнительных радиочастотных усилителей.

Для обеспечения качественной подготовки дипломированных специалистов необходимо рассмотреть следующие основные измерения качественных показателей сигнала DVB-T2/S2: конstellационная диаграмма (сигнальное созвездие), MER, BER до исправления ошибок помехоустойчивым декодером и после декодера, измерение уровня входного сигнала, спектр радиосигнала, совместная работа измерителя и ПК. Указанные качественные показатели для лучшего усвоения материала курса лучше разделить на 3 лабораторные работы для каждой сети, то есть всего по курсу 6 лабораторных работ.

В данной работе была рассмотрена возможность исследования основных показателей качества в сетях цифрового телевидения DVB-T2 и DVB-S2 с применением измерителей производства ПЛАНАР ИТ-15Т2 и ИТ-12, разработаны схемы проведения измерений показателей и поставлены новые лабораторные работы. С учетом санкционной политики стран Европы и тенденции к замещению импорта эта задача оказалась осуществима частично, так как пока не все параметры цифрового сигнала можно измерить с помощью измерителей имеющихся на российском рынке или произведенных в России. В частности поиск решения для исследования и качественной оценки параметров транспортного потока цифрового телевизионного вещания остается актуальной задачей требующей поиска решения.

### **Список литературы**

1. ИТ-15Т2 АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ DVB-T/T2. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. РЭ 6684-105-21477812-2013. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.planarchel.ru/Products/Measurement\\_instrument/izmeritelnye-pribory-2/seriya-priborov-mini-it/analizator-signalov-dvb-s-s2-it-12/operating\\_manual\\_it-12\\_rus.pdf](http://www.planarchel.ru/Products/Measurement_instrument/izmeritelnye-pribory-2/seriya-priborov-mini-it/analizator-signalov-dvb-s-s2-it-12/operating_manual_it-12_rus.pdf) (дата обращения: 28.04.2022).
2. ИТ-12 АНАЛИЗАТОР СИГНАЛОВ DVB-S/S2. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. РЭ 6684-087-21477812-2011. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.planarchel.ru/Products/Measurement\\_instrument/izmeritelnye-pribory-2/seriya-priborov-mini-it/analizator-signalov-dvb-s-s2-it-12/operating\\_manual\\_it-12\\_rus.pdf](http://www.planarchel.ru/Products/Measurement_instrument/izmeritelnye-pribory-2/seriya-priborov-mini-it/analizator-signalov-dvb-s-s2-it-12/operating_manual_it-12_rus.pdf) (дата обращения: 28.04.2022).

3. Руководство по эксплуатации. Антенна телевизионная. [Электронный ресурс]. URL: [https://remozavod.ru/index.php?route=product/product/download&product\\_id=759&download\\_id=104](https://remozavod.ru/index.php?route=product/product/download&product_id=759&download_id=104) (дата обращения: 28.04.2022).

## АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ РОССИЙСКОЙ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОЩНЫХ КАСКАДОВ ЦИФРОВЫХ ПЕРЕДАТЧИКОВ

А.С. Солопова, А.Е. Колягина, М.С. Шушнов  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, efemerian@gmail.com

*В работе исследуется возможность замены импортных мощных высокочастотных транзисторов изделиями, произведенными в Российской Федерации. Дается сравнение электрических характеристик транзисторов ведущих мировых и отечественных производителей. Рассматриваются возможные недостатки схемотехнических решений при переходе на отечественную элементную базу.*

*Ключевые слова: полупроводник, транзистор, высокочастотный, мощность.*

Разработка новых радиоэлектронных приборов и сборка ранее построенных схем на импортной элементной базе в настоящее время сильно затруднено. Сложности вызваны санкционными ограничениями на поставку в Российскую Федерацию полупроводниковых приборов со стороны ведущих мировых производителей из недружественных стран. Несмотря на санкционные ограничения производство и разработка радиоэлектронных приборов в России невозможно остановить из-за постоянно растущей потребности в телекоммуникационном радиооборудовании, необходимости ремонта находящихся в эксплуатации электронных средств и ряду других причин, среди которых следует выделить ориентацию на импортозамещение.

Целью работы являлось исследование возможности прямой замены (cross-reference) мощных высокочастотных транзисторов зарубежного производства транзисторами, изготовленными в России, ограничения в схемотехнической реализации мощных усилителей при использовании отечественной элементной базы.

Построение усилителей мощности высокой частоты и начала диапазона сверхвысоких частот (30...1500 МГц) всегда связано с поиском оптимального схемотехнического решения, удовлетворяющего сразу нескольким основным требованиям. Необходимо одновременно обеспечить требуемую мощность сигнала на входе антенно-фидерного тракта при приемлемой величине коэффициента полезного действия, определить число усилительных каскадов, определить число параллельно работающих транзисторов в каскадах и др.

На обобщенной структурной схеме усилителя мощности радиопередатчика на рисунке 1 показаны основные каскады. В зависимости от вида модулированного колебания каскады могут работать в высокоэффективных режимах класса С или АВ. Выбор режима работы каскадов усилителя мощности связан с требованием линейности амплитудной характеристики усилителя мощности. Например, для усиления сигнала OFDM с QAM системы DVB-T2 [1] с пик-фактором 8-15 дБ пригоден только режим АВ, в то время как для OFDM с DQPSK системы DAB [2] или аналогового УКВ-FM вещания, за счет существенно меньшего пик-фактора сигнала, пригодны режимы класса АВ и С. К сожалению, вынужденное применение режима класса АВ приводит к наличию существенного тока покоя выходного каскада. Этот факт снижает эффективность каскада со значения порядка 70 % (теоретический предельный КПД каскада в режиме класса В 78,5 %) до 30-40% [3]. Однако, линейное усиление необходимо для соответствия маске радиочастотного излучения передатчика и минимизации внутрисполосных радиочастотных интермодуляционных искажений (переходных помех между поднесущими OFDM) [4], которые ухудшают отношение цифрового сигнала к шуму (EVM/MER).

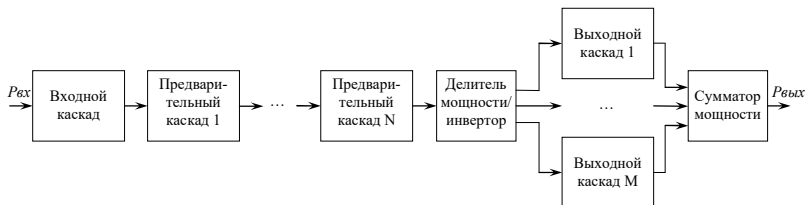


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема усилителя мощности передатчика

Исходя из требуемой выходной мощности радиопередатчика  $P_{вых}$  и мощности с выхода формирователя сигнала  $P_{вх}$ , подключаемого к

входу усилителя мощности, определяется требуемый коэффициент усиления по мощности  $Kp_{общ}$  по (1).

$$Kp_{общ} = P_{вых} / P_{вх} . \quad (1)$$

При схемотехнической реализации конструкции усилителя мощности  $Kp_{общ}$  определяется слагаемыми коэффициентов усиления по мощности предварительных  $Kp_{при}$  и выходных каскадов  $Kp_{выхj}$ , с учетом потерь в делителях мощности (мостах деления)  $Kp_{\Deltaм}$ , инверторах фазы (фазовращателях) и сумматорах мощности (мостах сложения)  $Kp_{\Sigmaм}$  по (2).

$$Kp_{общ} = Kp_{\Deltaм} Kp_{\Sigmaм} \prod_{i=1}^N Kp_{при} \prod_{j=1}^M Kp_{выхj} . \quad (2)$$

Сравнительный анализ данных российских и импортных мощных высокочастотных транзисторов позволил сделать вывод о возможности использования производящихся в настоящее время российских мощных высокочастотных LDMOS транзисторов в конструкции радиопередатчиков взамен импортных. Но следует отметить, что другие радиоэлектронные компоненты в составе схемы радиопередатчика (резисторы, конденсаторы, диоды, логические микросхемы, микросхемы стабилизаторов напряжения, микроконтроллеры и т.п.) могут не иметь не только полных, но и функциональных аналогов, что приведет к дополнительным сложностям при замещении импортных компонентов в спецификации схемы изделия. По этой причине в России существует острая необходимость в создании полных аналогов (копировании) зарубежных электронных компонентов создания российской базы cross-reference компонентов для осуществления легкой замены импортного электронного компонента российским аналогом. Сделать это необходимо путем модернизации российских производственных линеек на предприятиях-производителях, выполнения ряда НИР и НИОКР для получения электронных компонентов качества и с характеристиками не ниже среднемирового уровня.

### Список литературы

1. ETSI TS 302 755 (V1.4.1): «Digital Video Broadcasting (DVB); Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)» European Telecommunications Standards Institute, France, 2015.

2. ETSI EN 300401, «Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers» European Telecommunications Standards Institute, France, 2001.
3. С.Н. Архипов, М.С. Шушнов. Практикум по аналоговой схемотехнике устройств телекоммуникаций: учебное пособие; Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. - Новосибирск : СибГУТИ, 2020. - 155 с.
4. A.I. Falko, A.S. Belezekova and M.S. Shushnov, "Crosstalk due to Nonlinearity of the OFDM Path," 2020 1st International Conference Problems of Informatics, Electronics, and Radio Engineering (PIERE), 2020, pp. 38-43.

КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР, ЕГО ОПАСНОСТЬ И СПОСОБЫ  
РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

М.В. Быховец, К.А. Файзуллин  
Сибирский университет потребительской кооперации,  
wsxzcadqe@yandex.ru

*Работа посвящена рассмотрению относительно новой и малоизученной проблемы экологии – существованию орбитального мусора и потенциальных угроз с ним связанных. Космический мусор и его увеличение в околоземной орбите, способно перерасти в глобальную катастрофу, и привести к разрушению спутниковой инфраструктуры, а в худшем случае перекрыть доступ к околоземной орбите. Автор пытается проанализировать, как же решается данная проблема и какие программы реализуются международным сообществом. Ключевые слова: космос, экология, космический мусор, спутники, МКС, НАСА, безопасность.*

Загрязнение окружающей среды, как глобальная проблема была осознана человечеством во второй половине XX века. В современности человечество столкнулось еще с рядом угроз, одной из которых является существование космического мусора на околоземной орбите. Хотя космос и выглядит бескрайним, но околоземная орбита меньше, чем кажется. Да еще и с каждым годом на ней становится все меньше места, все теснее.

Согласно Индексу объектов, запускаемых в космическое пространство и составляемому управлением по вопросам космического пространства ООН, на момент конца 2018 года, было зарегистрировано всего 4635 спутников, которые, в настоящее время, вращаются вокруг планеты. Из них больше 2600 не функционируют, что является увеличением на 8.91% с 2016 г.

Космический мусор также возникает в результате столкновений или проведения противоспутниковых испытаний на орбите. Столкновение спутников приводит к тому, что они разлетаются на тысячи новых частей, создавая множество новых обломков космического мусора. Это происходит редко, но несколько стран, в том числе США, Китай и Индию, использовали практику удара ракетами для отработки взрыва собственных спутников.



В настоящее время по данным экспертов, существует около 34000 кусков космического мусора размером более 10 сантиметров и миллионы более 1 миллиметра. Несмотря на малый размер, столкновение с другими объектами может привести к катастрофическим последствиям.

Ежегодно на всех спутниках выполняются сотни маневров по предотвращению столкновений, включая Международную космическую станцию (МКС), где живут и проводят исследования космонавты.

Например, 3 декабря 2021 года был произведен маневр уклонения МКС, для предотвращения опасного сближения с фрагментом РН «Пегас» США, запущенного в 1994 году. 12 ноября 2021 года, фрагмент космического аппарата Fengyun-1C угрожал целостности космической станции. За прошедшие полгода сообщалось о 8 случаях сближения с орбитальным мусором только МКС, тогда как маневры обычных спутников проводятся постоянно.

Хотелось бы отметить, что разрушение спутника, являющегося собственностью какого-либо государства и стоимостью в миллионы долларов, может вызвать проблемы национальной обороны и безопасности.

Помимо всего прочего, стоит упомянуть про синдром Кесслера. Это идея, предложенная ученым НАСА Дональдом Кесслером в 1978 году. Она теоретически прогнозирует развитие событий на околоземной орбите, когда обилие космического мусора, являющегося обломками и вышедшими из строя искусственными спутниками, приведет к полной непригодности ближнего космоса для практического использования.

Организация Объединенных Наций обратилась с просьбой к компаниям убрать свои спутники с орбиты в течение 25 лет после завершения их срока службы. На практике это сложно обеспечить, потому что спутники зачастую выходят из строя. Для решения этой проблемы несколько компаний по всему миру предложили новые решения.

К ним относятся удаление мертвых спутников с орбиты и перетаскивание их обратно в атмосферу, где они сгорят. Способы, которыми мы могли бы это сделать, включают использование гарпуна, чтобы захватить спутник, поймать его в огромную сеть, использовать магниты, чтобы захватить его, или даже запустить лазеры, чтобы нагреть спутник, увеличивая его атмосферное сопротивление, так что он упадет с орбиты.

В 2018 году миссия RemoveDEBRIS из Surrey Satellite Technology практиковалась в захвате спутника гигантской сетью.

Однако эти методы применимы только для больших спутников, вращающихся вокруг Земли. На самом деле у нас нет способа собрать более мелкие частицы мусора, например, кусочки краски и металла. Нам просто нужно подождать, пока они естественным образом вернуться в атмосферу Земли, а это может занять очень много времени.

Несколько компаний планируют создание огромных новых групп спутников, называемых мега созвездиями, которые будут обеспечивать функционирование сети Интернет на Землю. Эти компании, в число которых входят SpaceX и Amazon, планируют запустить тысячи спутников для обеспечения глобального покрытия спутниковым интернетом. В случае успеха этого проекта на орбите может добавиться еще 80 000 спутников. Это также означает, что необходимо будет выполнить гораздо больше маневров для предотвращения столкновений.

В сентябре 2019 года Европейское космическое агентство выполнило свой первый спутниковый маневр, чтобы избежать столкновения с мега созвездием.

Убедившись, что спутники удаляются с орбиты в разумные сроки после того, как они перестают быть активными, мы можем смягчить проблему космического мусора в будущем. Орбита Земли позволяет нам изучать нашу планету, отправлять сообщения и многое другое. Важно, чтобы мы использовали её рационально, чтобы будущие поколения также могли пользоваться его преимуществами.

### **Список литературы**

1. Космический мусор [Электронный ресурс]. – URL: [http://erazvitie.org/article/kosmicheskii\\_musor](http://erazvitie.org/article/kosmicheskii_musor) (дата обращения: 10.04.2022).
2. Синдром Кесслера [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/Синдром\\_Кесслера](https://ru.wikipedia.org/Синдром_Кесслера) (дата обращения: 11.04.2022).
3. Net to catch space debris orbiting Earth is successfully deployed [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nhm.ac.uk/discover/news/2018/september/net-to-catch-space-debris-around-earth-is-successfully-deployed.html> (дата обращения: 11.04.2022).
4. National Aeronautics and Space Administration [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.nasa.gov/> (дата обращения: 10.04.2022).
5. Space archaeology - preserving our orbital heritage [Электронный ресурс]. – URL: <https://room.eu.com/article/space-archaeology-preserving-our-orbital-heritage> (дата обращения: 12.04.2022).

## ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПО КАНАЛИЗАЦИОННЫМ СТОКАМ

А.Г. Альбекова, Н. В. Гусева, Т. А. Купницкая  
НГАСУ (Сибстрин), [viv@sibstrin.ru](mailto:viv@sibstrin.ru)

*В данной статье рассмотрен вопрос о получении и отслеживании динамики развития вируса COVID-19 по канализационным стокам. В работе рассматривались факторы, влияющие на точность определения наличия РНК-вируса у заболевшего человека, от чего они зависят, точность получения результатов, от чего может быть расхождение полученных данных, и значимость полученных данных для дальнейшего применения и усовершенствования методов отслеживания эпидемиологической ситуации.*

*Ключевые слова: вирус, эпидемия, канализационные стоки, методика, факторы, значение.*

Целью работы являлось показать зависимость между эпидемиологической обстановкой и наличием РНК – вируса в канализационных стоках. Объектом исследования является вирус COVID-19. В задачи входило рассмотреть следующие проблемы: определить факторы, влияющие на точность эпидемиологической ситуации, появление расхождений результатов биоматериалов и ПЦР – тестов и определить значимость полученных данных в дальнейшем исследовании других заболеваний.

Начиная с февраля 2020 года ученые Нидерландов начали проводить исследования на наличие РНК-вируса в сточной жидкости. Для этого были выбраны несколько городов. Так как увеличение циркуляции вируса среди населения увеличит вирусную нагрузку в канализационные системы городов. На рисунке 1 представлены результаты, полученные с системы водоотведения европейских городов, где было обнаружено наличие РНК-вируса.

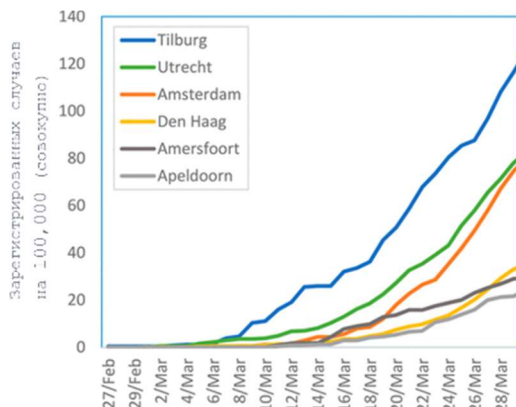


Рисунок 1 – Диаграмма результатов наличия РНК-вируса в стоках аэропортов

Для количественной оценки масштабов заражения населения в конкретной местности ученым необходимо выяснить, сколько РНК вируса выделяется вместе с отходами жизнедеятельности больного человека. Выборка экскрементов, выделяемых населением, должна быть более планомерной, а не единовременной, и тесты должны выявлять вирус даже при его низкой концентрации.

В первую очередь результаты ПЦР – тестов зависят от взаимответственности, как и пациента так и медицинских работников. Кроме того, для получения достоверного результата следует сдавать тест на 2-3-й день после проявления первых симптомов вируса. После четвертого - пятого дня болезни можно получить ложноотрицательный результат.

COVID-19 — специфический вирус в том плане, что его можно не обнаружить в доступном биоматериале. Если другие коронавирусы размножаются в носоглотке и ротоглотке, где их можно легко найти, то SARS-CoV-2 у значительной части больных присутствует только в бронхах.

На момент начала пандемии в Китае были взяты 3497 разнотипных образцов (мокрота, стул, кровь и моча) у инфицированных людей. Инфекция была подтверждена у всех пациентов путем тестирования образцов мокроты и слюны. Было показано, что в ряде случаев положительную пробу на РНК вируса SARS-CoV-2 была получена в материале ректальных мазков. Эффект наблюдался в течение более длительного времени по сравнению с исследованием материала из дыхательных путей. Значительная часть пациентов переносит SARS-CoV-2 в кишечном тракте. На рисунке 2 представлены результаты ПЦР

и вирусного РНК – тестирования в мокроте, фекалиях, крови и мочи заболевших. Образец с пороговым значением цикла выше пунктирной линии интерпретируется как положительный для РНК SARS-CoV-2; те, которые ниже, отрицательные.

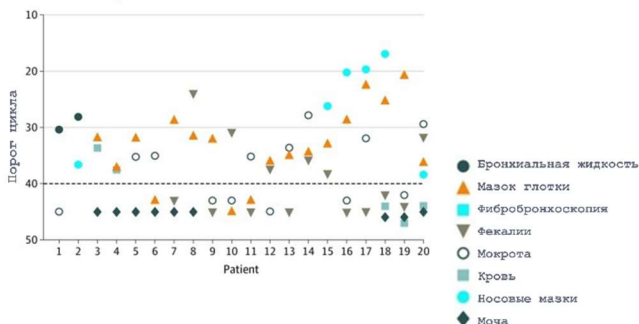


Рисунок 2 – График результатов ПЦР-тестов и РНК-тестирования в различных биоматериалах человека

Начиная с 2001 года, американские ученые высказали идею – зондировать наличие запрещенных наркотических веществ по канализационным стокам. Кокаин и его основной метаболит в моче (бензоилэконин) измерялись масс-спектрометрией в пробах воды, собранных из реки и городских очистных сооружений средних итальянских городов. Результаты показали, что кокаин и ВЕ присутствуют и поддаются измерению в поверхностных водах населенных пунктов. Крупнейшая итальянская река По с населением в пять миллионов человек неуклонно переносила эквивалент около 4 кг кокаина в день. На рисунке 3 показаны уровни и нагрузки кокаина и его метаболита в реке По.

	Уровней <sup>а</sup>		Нагрузки
	Кокаин (нг/литр)	ВЕ (нг/литр)	Эквиваленты кокаина <sup>б</sup> (г/день)
Река По	1,2 ± 0,2 <sup>с</sup>	25 ± 5 <sup>с</sup>	3800 ± 720 <sup>д</sup>
Очистные сооружения <sup>а</sup>			
Кальери	83	640	120
Куно	76	420	30
Латина	120	750	33
Варезе	42	390	36

<sup>а</sup>Кокаин и ВЕ были проанализированы с помощью ВЭЖХ-МС/МС

<sup>б</sup>Нагрузки кокаина оценивались по концентрациям ВЕ в водах (см. Методы)

<sup>с</sup>Среднее ± SD

<sup>д</sup>Расположение станций очистки сточных вод

Рисунок 3 - Уровни и нагрузки кокаина и его метаболита (бензоилэконин, ВЕ) в реке По и очистных сооружениях

Помимо поиска запрещенных веществ в канализации, в Израиле благодаря исследованию стоков смогли предотвратить вспышку дикого полиовируса типа 1 (ДПВ1). Регулярный экологический надзор выявил присутствие вируса в Израиле в конце мая 2013 года, а ретроспективный

анализ показал, что вирус проник на юг Израиля в феврале 2013 года. С 1989 года в Израиле действует система экологического надзора за полиомиелитом на основе сточных вод, в рамках которой ежемесячно отбираются составные пробы на дозорных участках.

Из данной статьи следуют дальнейшие выводы: с учетом всех факторов по обнаружению вируса, появляется возможность конкретизировать данные по эпидемиологической ситуации в определенных городах; при введении дополнительных способов взятие биоматериалов, увеличивается вероятность обнаружить и отследить течение болезни у заболевшего человека; уже на основе нынешнего опыта, в будущем можно будет наблюдать и по мере необходимости вводить вовремя различные мероприятия по охране здоровья населения.

### **Список литературы**

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32317267/>
2. Iterim guidance template (who.int)
3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32159775/>
4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32535156/>
5. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.estlett.0c00357/>
6. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/bk-2001-0791.ch020/>
7. <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1808798115/>

КОНДЕНСАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ И ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ,  
НАПРАВЛЕННЫХ НА ИХ УСТРАНЕНИЕ

И.А. Банин, Е.Е. Бойко  
Новосибирский государственный технический университет,  
[ivan.banin.123@gmail.com](mailto:ivan.banin.123@gmail.com)

*Большинство ступеней паровых турбин, работающих в циклах с ископаемым топливом и применяющихся на теплоэлектростанциях, работают в условиях влажного пара. В связи с этим поведение двухфазного потока и конденсация напрямую влияют на общий теплообмен и термодинамические потери ступеней. В настоящее время применяются различные способы уменьшения влияния неконденсируемой жидкой фазы на эффективность паровой турбины и её конденсатор.*

*Ключевые слова: паровая турбина, ТЭЦ, конденсатор турбины, конденсационные потери, инжектирование, двухфазный поток, парозежекторная система.*

Работающие в условиях влажного пара ступени паровой турбины имеют меньшую эффективность по сравнению со ступенями, работающими в условиях перегретого пара [1]. Таким образом, поведение двухфазного потока является одной из наиболее важных проблем в паротурбинной отрасли. Наличие жидкой фазы в паровых турбинах приводит к механической эрозии элементов турбины и возникновению как термодинамических, так и аэродинамических потерь. Доказано, что 1% влажности, содержащейся в ступени, вызывает её снижение эффективности на 1% [2]. Конденсатор является одной из важнейших частей паротурбинного агрегата. Поддержание вакуума в конденсаторе может нарушаться из-за скопления неконденсируемых газов, которые необходимо откачивать. Откачка неконденсируемых газов осуществляется парозежекторной системой. Следует отметить, что в настоящее время по всему миру набирает популярность технология разделения ресурсов «декаплинг» (от англ. decoupling), которая находит своё применение на ТЭЦ: т.к. теплоэнергетическая связь блоков ТЭЦ снижает пиковую мощность энергосистемы [3], то разделением теплоты можно улучшить пиковые мощности электрических сетей и поглощающие способности возобновляемых источников энергии. Другими словами, такая

технология позволяет выполнить термодинамическую оптимизацию ТЭЦ. Достигается такое разделение с помощью паровых эжекторов: они используются для проектирования недорогих и высокоэффективных систем развязки теплоты с простыми конструкциями. Паровые эжекторы могут встраиваться в цикл последовательно (два последовательных эжектора) или параллельно (два параллельных эжектора). Стоит отметить, что на производительность поверхностных конденсаторов паровых турбин, которые зачастую представляют собой кожухотрубный теплообменный аппарат с водяным охлаждением, напрямую влияет падение давления со стороны межтрубного пространства вокруг трубного пучка: например, меняются массовый расход конденсата, скорость потока и массовая доля воздуха. При неправильном расположении трубного пучка поверхностного конденсатора теплообмен снижается, а давление на выходе из турбины (давление в конденсаторе) увеличивается. Таким образом, падает эффективность всего энергоцикла.

В рамках анализа установлено, что уменьшить потери возможно с помощью следующих мероприятий: произвести инжектирование (впрыск) капель воды в лопаточную решётку паровой турбины с целью контролирования поведения двухфазного потока, модернизировать парозежекторную насосную систему с целью откачки жидкой фазы и поддержания нужного давления в конденсаторе; оптимизировать расположение трубного пучка поверхностного конденсатора с целью интенсификации процесса теплообмена и улучшения эффективности; выполнить разделение теплоты на ТЭЦ с помощью паровых эжекторов с целью увеличения эксплуатационной гибкости и энергоэффективности.

Выяснено, когда радиус и количество инжектируемых капель составляют 57 нм и  $2,5 \times 10^{15}$  1/кг соответственно, общий теплообмен и потери на конденсацию снижаются примерно на 40% и 25% соответственно по сравнению со случаем без инъекции капель. Анализ подтвердил возможность регулирования отбираемой жидкой фазы из конденсатора паровой турбины с помощью отводных труб, позволяя таким образом уменьшить нагрузку на парозежекторную систему и поддерживать необходимое давление в конденсаторе. Выяснено, что за счёт подбора поперечного сечения сопла Лаваля вторичного эжектора, снижается расход рабочего пара в парозежекторной системе и увеличивается её эффективность. Поскольку рабочий пар парозежекторной системы вырабатывается в котле, снижается расход угля на производство рабочего пара, а также загрязнение окружающей среды парниковыми газами [4]. Анализ показал, что обе системы (с



последовательными и параллельными паровыми эжекторами) обеспечивают разделение теплоты на ТЭЦ, однако система с параллельными показывает наилучшие энергетический и эксергетический КПД. По сравнению с системой с одним паровым эжектором, параллельная система может повысить энергоэффективность на 13,47% и эксергетический КПД на 13,46%. Выяснено, что потеря давления пара в трубном пучке существенно влияет на работу конденсатора. Оптимизированный пучок труб имеет общий коэффициент теплопередачи на 20% больший, чем неоптимизированный [5]. При этом оптимизированная модель имеет примерно на 40 % лучшую характеристику перепада давления.

### **Список литературы**

1. M. A. F. Aliabadi, G. Zhang, S. Dukas, H. Li. Control of two-phase heat transfer and condensation loss in turbine blade cascade by injection water droplets // Applied Thermal Engineering 186, 2021, 116541.
2. S.N. Abadi, A. Ahmadpour, S.M. Abadi, J.P. Meyer, CFD-based shape optimization of steam turbine blade cascade in transonic two phase flows[J], Appl. Therm. Eng. 5 (112) (2017) 1575–1589.
3. M. Liu, M. Liu, Y. Wang, W. Chen, J. Yan. Thermodynamic optimization of coal-fired combined heat and power (CHP) systems integrated with steam ejectors to achieve heat-power decoupling // Energy 229, 2021, 120707.
4. D. Strusnik, M. Golob, J. Avsec. Effect of non-condensable gas on heat transfer in steam turbine condenser and modelling of ejector pump system by controlling the gas extraction rate through extraction tubes // Energy Conversion and Management 126, 2016, P. 228-246.
5. Y. G. Park, S. Y. Yoon, Y. M. Seo, M. Y. Ha, Y. M. Park, B. S. Koo. A study on the optimal arrangement of tube bundle for the performance enhancement of a steam turbine surface condenser // Applied Thermal Engineering 166, 2020, 114681.

## **ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

В.П. Крапивко, В.С. Федяев, С.В. Горелов  
Сибирский институт водного транспорта,  
krapivkoviktor738@gmail.com

*Возобновляемые источники энергии (ВИЭ), по-другому называются зеленой энергией. Зеленая энергия — это любой вид энергии,*

*получаемый из ресурсов Земли, а именно таких как ветер, солнце или вода. Главное достоинство получение энергии данным способом заключается в том, что в отличие от переработки ископаемых энергоресурсов, вред окружающей среде сводится к нулю. Второй плюс — это пополняемость. Источники зеленой энергии обычно пополняются естественным образом, в отличие от добываемого горючего, таких как уголь или газ, на восстановление которых могут уйти многие годы.*

*Ключевые слова: энергия, зеленая энергия, возобновляемость, экономическая выгода, виды, экономическое положение.*

Прорабатывая недостатки современной энергетики, возникает главная проблема, а именно это истощаемость энергоресурсов. Альтернативой и решением данной проблемы служат - возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Они считаются экономически выгодными.

Сейчас все актуальнее становится и развивается – «зеленая» энергетика, это переход от не возобновляемых к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ).

Зеленая энергия имеет большую важность для всего мира, так как у нее не имеется отрицательного влияния как у ископаемого топлива. Главный плюс данной энергии – это ее возобновляемость и чистота, а также не имеется выделения парниковых газов, а в следствии уменьшение парникового эффекта, который в свою очередь приводит к глобальному потеплению [1].

Зеленая энергия опять же может привести к стабильной стоимости на энергоноситель, так как данные источники зачастую вырабатываются на местном уровне и почти не склонны взаимовлиянию геополитического упадка, подскоков стоимости или сбоев в ряду доставок. Экономическая выгода также включает появление трудовых мест при сооружении объектов, которые зачастую обслуживают сообщества, где и трудятся работники.

Экономически выгодно это или нет на территории РФ?

Возобновляемые источники энергии — это энергоресурс, который всегда существует в природных процессах на Земле. Поэтому выгода разумеется, есть.

Виды энергии ВИЭ разделяется на следующие категории:

- 1) механическая энергия — это ветровая энергия и энергия водных потоков;
- 2) тепловая энергия — это энергия, получаемая Землей от Солнца;
- 3) химическая энергия — это энергия химических реакций и процессов.

Все выше оговоренные ВИЭ применялись человечеством с давнего времени (например, благодаря простейшего ветродвигателя и водяного колеса египтяне и греки получали муку). Позже вследствие развития технологий появились гидроэлектростанции и ветроэлектростанции. После многие страны отошли от использования «зеленой» энергетики, перейдя к классическому способу добычи энергии из топлива и газа. Данный способ за получения энергии экономически затратный и опасный с точки зрения экологии, так как выброс парникового газа наносит существенный вред окружающей среде [4].

За последний период времени, а именно несколько десятилетий, стало более перспективнее использовать ВИЭ в мире, в том числе и на территории России.

Общий объём гидроэлектростанций на территории РФ насчитывает 191 (более 1000 МВт – 14, 100-1000 МВт – 31, 10-100 МВт – 53 и меньше 10 МВт – 93). Помимо этого, существуют и работают две гидроаккумулирующие электростанции (Загорская и Кубанская ГАЭС), которые могут производить и накапливать энергию.

Следующее место занимает ветроэнергетика. На карте активных и строящихся ветроустановок, можно сделать вывод, что на территории РФ эксплуатируется 34 ветроэлектростанций (ВЭС), строится 4. Солнечно-ветровых станций (СВЭС), имеется и используется 11, строятся и проектируется – по одной. Последний вид — это солнцеветро-дизельные станции (СВД) – на территории РФ не строятся и не проектируются, но четыре таких станций СВД всё-таки функционируют [2].

На третьем месте солнечные электростанции. На территории России имеется всего пять штук.

Изучив состояние гидроэнергетики, геознергетики, ветроэнергетики, гелиознергетики и биоэнергетики, можно сформулировать заключение, что наибольшее применение получила гидроэнергетика. Следующее место занимает ветроэнергетика. На третьем месте солнечные электростанции [3].

Из всего сказанного выше, можно произвести полностью позитивный вывод о том, что развитие «зеленой» энергетики в нашей стране активно набирает обороты. Невзирая на мировой кризис и проблемы политического характера на стадии строительства и проектирования находится огромное количество мощностей. А значит, экологическое и экономическое положение нашей страны в дальнейшем будет только улучшаться.

## Список литературы

1. Ушаков В.Г. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие для энерг. и технол. спец. вузов / Новочерк. гос. техн. ун-т. - Новочеркасск, 1994. - 120 с.
2. Тарасов, А. Стимулирование освоения нетрадиционных возобновляемых источников энергии: мировые тенденции и Россия / А. Тарасов. // Экономические науки. - 2009.-№5. - С. 176 - 178.
3. Городов Р.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С.Матвеев. - 1-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 294 с.
4. Благородов В.Н. Проблемы и перспективы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии / В. Благородов // Энергетик. - 1999. - №4. - С. 2.

## ОБЗОР УГЛЕРОДНЕЙТРАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ ЦИКЛА АЛЛАМА

Мотык И.А., Боруш О.В.

Новосибирский государственный технический университет,  
motyk.vanya@yandex.ru

*В мире остро стоит экологический вопрос, все страны пытаются найти способ решения проблемы. В развивающихся странах такая проблема совсем не на первом месте в повестке, и им дальше приходится использовать автомобили с двигателем внутреннего сгорания и получать тепло, электроэнергию с помощью традиционных источников энергии. В статье рассматривается способ, который поможет закрыть этот вопрос - цикл Аллама. Его принцип заключается в том, что вместо утилизации углекислого газа включить его в термодинамический цикл станции.*

*Ключевые слова: углекислый газ, цикл Аллама, экономическая эффективность, газотурбинная установка, кислородное сжигание*

В мае 2021 года Национальное управление океанических и атмосферных исследований (NOAA) США зафиксировало средний уровень выбросов углекислого газа на планете 419,13 части на миллион [1].

Проблема выбросов требует серьезных системных проработок. Одним из решений данной проблемы могут выступать энергетические циклы с улавливанием и хранением  $\text{CO}_2$ . Такие технологии делятся на несколько групп [2]:

- 1) Улавливание  $\text{CO}_2$  после сжигания (pre-combustion);
- 2) Улавливание  $\text{CO}_2$  до сжигания (post-combustion);
- 3) Улавливание  $\text{CO}_2$  при кислородном сжигании (oxy-fuel).

Одной из наиболее перспективных считается технология улавливания  $\text{CO}_2$  при кислородном сжигании.

На сегодняшний день существуют решения для технологий улавливания  $\text{CO}_2$  при кислородном сжигании, одними из них являются «цикл Аллама» и «цикл ОИВТ». Оба этих цикла в качестве рабочего тела используют углекислый газ, полученный в процессе сжигания углеводородного топлива с полученным кислородом. Для производства только электроэнергии более перспективным считается «цикл Аллама».

Цикл Аллама работает, благодаря полузамкнутому циклу Брайтона с высоким давлением в 300 бар и низким коэффициентом рекуперации, в качестве рабочего тела используется сверхкритический  $\text{CO}_2$ . У данной технологии убедительная экономическая эффективность, так как в традиционных циклах удаление примесей низкой концентрации, полученных в результате сгорания, таких как  $\text{CO}_2$ , ведет к серьезным капиталовложениям, а также эффективность цикла обусловлена высоким КПД 59% нетто для природного газа [2, 3].

Для поддержания массового баланса в полузамкнутом цикле часть технологического газа высокой чистоты  $\text{CO}_2$  экспортируется в точке рекомпрессии в трубопровод высокого давления для секвестрации или утилизации. Этот чистый экспорт составляет приблизительно 5% от общего потока рециркуляции, что означает, что большая часть технологического запаса рециркулирует [3].

Рабочие точки для энергетического цикла Аллама показаны на рh-диаграмме на рисунке 1. На этой диаграмме показано состояние турбины на входе 300 бар и 1150 °C и давление на выходе 30 бар и 720 °C. Вход в турбину определяется точкой 1, а выход из турбины - точкой 2, которая также относится к входу горячего конца рекуперативного теплообменника. Поступление тепла топлива в горелку эквивалентно 1-11 [3].

Тепло, передаваемое от выхлопа турбины к рециркуляционному потоку высокого давления, составляет 2-3, а тепло, получаемое рециркуляционным потоком от этого теплообмена, составляет 11-10. После охлаждения за счет окружающей среды в точках 3-4 и отделения воды охлажденный выхлоп турбины поступает в двухступенчатый

компрессор  $\text{CO}_2$  с промежуточным охладителем на входе в точке 5. На второй ступени он сжимается от точки 6 до точки 7 при давлении выше критического давления преимущественно потока  $\text{CO}_2$ . Затем доохладитель компрессора охлаждает сверхкритический поток  $\text{CO}_2$  до температуры, близкой к температуре окружающей среды, в точке 8. Это приводит к увеличению плотности с  $0,15 \text{ кг/м}^3$  до  $0,85 \text{ кг/м}^3$ . Затем многоступенчатый центробежный насос повышает давление рабочей жидкости  $\text{CO}_2$  от точки 8 до 300 бар в точке 9. Чистый продукт  $\text{CO}_2$  удаляется в этой точке или перед ней, а оставшийся технологический поток поступает в рекуперационный теплообменник. Часть тепла от расположенной рядом воздухоразделительной установки (ВРУ) или другого источника отработанного тепла обеспечивает энергию 10-9, а затем горячий выхлоп обеспечивает рекуперированную энергию в 11-10 для обеспечения общей энергии рекуперации 11-9. Нагретый поток рециркулирующего  $\text{CO}_2$  выходит из теплообменника экономайзера и поступает в горелку в точке 11, где смешивается с продуктами сгорания потока метана, сжигаемого с кислородом [3].

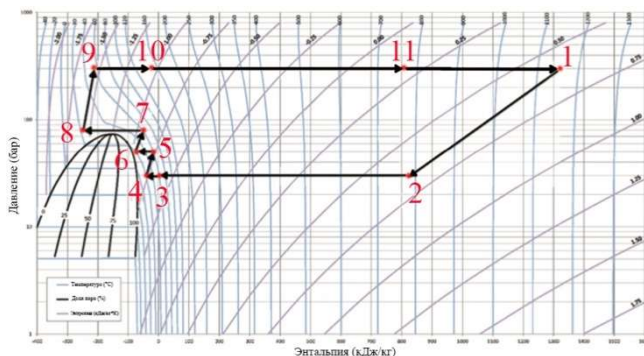


Рисунок 1 –  $P,h$ -диаграмма для энергетического цикла Аллама.

Был произведен расчет приближенной по мощности (50 МВт) газотурбинной установки на основе турбины SGT-800 с помощью программы Thermoflex. Ниже, на рисунке 2 представлена схема рассчитываемой газотурбинной установки со значениями параметров на разных участках газохранилища при температуре окружающей среды  $15^\circ\text{C}$ , относительной влажности 60 % и нагрузке 100 %.

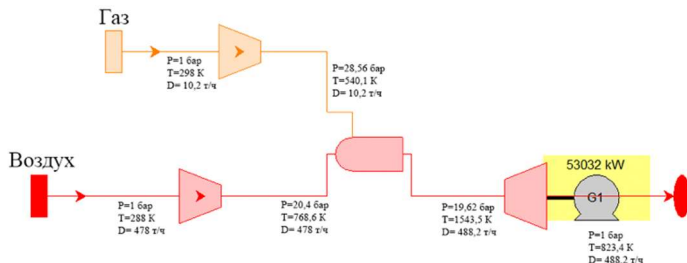


Рисунок 2 - Схема газотурбинной установки SGT-800 и значения параметров на участках газопроводов

Таким образом, рассматриваемое техническое решение позволяет получить энергию с нулевыми выбросами CO<sub>2</sub>.

### Список литературы

1. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Изменение климата информационный бюллетень № 91. – М.: «Росгидромет», 2021. – 31 с.
2. Замятина А. В., Богатова Т. Ф., Осипов П. В. Анализ технологий улавливания CO<sub>2</sub> // Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященная памяти профессора Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловские чтения «Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика». Россия, Екатеринбург. 09-13 декабря 2019. УрФУ. – 2019. – С. 807 – 810.
3. Rodney Allam, Scott Martin, Brock Forrest, Jeremy Fetvedt, Xijia Lu, David Freed, G. William Brown Jr., Takashi Sasaki, Masao Itoh, James Manning. Demonstration of the Allam Cycle: An update on the development status of a high efficiency supercritical carbon dioxide power process employing full carbon capture // Energy Procedia. 2017. V. 114. P. 5948 – 5966.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СУТОЧНОГО ГРАФИКА НАГРУЗКИ

А.Д. Неустроев, Л.Ю. Сергиевичев, А.Г.Русина  
Новосибирский государственный технический университет,  
neustroev2772@gmail.com, sergievichev.lev3002016@gmail.com

*Применение искусственного интеллекта и машинного обучения в последние годы стало неотъемлемой частью решения задач электроэнергетической отрасли. Нейронные сети обладают богатой топологией, что позволяет использовать их для широкого спектра задач. В статье приведен пример создания “прогнозирующей машины” для суточного графика нагрузки. Предложен оригинальный алгоритм разделения влияния неравнозначных факторов моделируемой системы при использовании нейронных сетей.*

*Ключевые слова: моделирование, прогнозирование, нейронные сети, график нагрузки, машинное обучение.*

Моделирование является одним из наиболее точных и наглядных методов исследования новых алгоритмов при решении практических задач. В условиях цифровизации энергетической отрасли использование компьютерных технологий для решения задач электроэнергетики имеет большой приоритет над другими устаревшими методами. Применение нейронных сетей в моделировании и прогнозировании суточного графика нагрузки должно быть более точным способом решения поставленной задачи.

Согласно схеме формирования графика нагрузки, описанной в [1], на график нагрузки преимущественно влияют два фактора: погода и время. Для решения задачи был выбран метод нейронной сети. После изучения структуры, принципа работы нейронной сети был сделан вывод о том, что учет обоих факторов в рамках одной нейросети не является оптимальным. Так как эти факторы имеют разную степень влияния на конечный график нагрузки, а следовательно, наиболее сильный фактор «заглушит» влияние слабого. В данном случае сильным является фактор времени, ведь именно время формирует вид графика нагрузки.

Для выхода из сложившейся ситуации было принято решение для каждого фактора реализовать отдельный алгоритм и результаты работы этих алгоритмов сложить, чтобы получить конечный график нагрузки.



Другими словами, прогноз двух факторов рассчитывается по отдельности и лишь, потом объединяются в общий прогноз графика нагрузки.

Влияние фактора времени будет описано с помощью разложения графика нагрузки на сумму периодических функций. На выходе будет получена базовая модель для графика нагрузки без учета влияния погоды.

Вторым этапом будет являться расчет разницы ( $\Delta$ ) между реальным графиком нагрузки и базовой моделью, полученной на предыдущем этапе.

Финальным действием будет сложение результатов двух этапов, т.е. прибавление к графику, полученному на первом этапе дельты, полученной на втором этапе и получение моделируемого графика нагрузки.

Первым этапом рассчитывается влияние погоды с помощью нейронной сети. На вход сети будут подаваться исходные значения погодных условий в виде действительных чисел. На выходе сети получаем число – дельту. Иными словами целью работы является создание «прогнозирующей машины», на вход которой подаются одни данные, дальше происходит их преобразование, а на выходе получают другие – это и есть принцип работы любой нейросети [2]. Нейронные сети классифицируют по характеру обучения, по типу настройки весов, по типу сети и по архитектуре.

По характеру обучения нейронные сети делят на использующие обучение с «учителем» и без «учителя». Суть обучения с «учителем» заключается в том, что мы знаем, какие данные должны быть на выходе и обучаем нейронную сеть так, чтобы выходные данные максимально соответствовали ожидаемым. Суть же обучения без «учителя» в том, что неизвестно, что должно быть на выходе, но известно, каким правилам должны подчиняться выходные данные, на основе факта выполнения или невыполнения этих правил и происходит обучение.

По типу настройки весов нейронные сети делятся на сети с фиксированными и динамическими связями. В сетях с фиксированными связями весовые коэффициенты связей устанавливаются сразу и остаются постоянными, в сетях с динамическими связями весовые коэффициенты связей изменяются в процессе обучения сети.

По типу входных данных сети делятся на аналоговые и двоичные. В аналоговых сетях входная информация представлена в форме действительных чисел, в двоичных сетях – в двоичном виде, т. е. в виде нулей и единиц.

По архитектуре сети делятся на полносвязные и слоистые. В полносвязных сетях каждый нейрон соединен с любым другим нейроном, в слоистых (многослойных) нейроны объединяются в слои. Среди слоев по задаче выделяют входной слой, скрытые слои (ноль или больше) и выходной слой.

Для решения задачи, поставленной в исследовании, выбирается слоистая аналоговая нейронная сеть с динамическими коэффициентами, обучающаяся с «учителем». Сеть такого типа является относительно несложной в плане исполнения. Аналоговый формат входной информации соответствует аналоговой природе графика нагрузки. Обучение с «учителем» позволит получать на выходе достаточно соответствующий реальному график нагрузки [3].

Количество нейронов во входном слое определяется количеством изменяющихся факторов – по одному нейрону на каждый фактор плюс один нейрон смещения. Количество нейронов в выходном слое определяется количеством искомым данных. Количество нейронов в скрытых слоях определяется экспериментально в зависимости от поставленной задачи.

После изучения разновидностей нейросетей была выбрана нейросеть с наилучшими параметрами. По характеру обучения это нейронная сеть с «учителем», по типу настройки весов – с динамическими связями, по типу входных данных – аналоговая, по архитектуре – слоистая. В статье предложен оригинальный алгоритм отстройки влияния фактора времени на прогнозирование суточных графиков нагрузки с использованием нейронных сетей.

### **Список литературы**

1. Неустроев А. Д. Моделирование и прогнозирование суточного графика нагрузки в программной среде AnyLogic / А. Д. Неустроев, Л. Ю. Сергиевичев ; науч. рук. А. Г. Русина. - Текст : непосредственный // Наука. Технологии. Инновации : сб. науч. тр. 15 Всерос. науч. конф. молодых ученых, посвящ. Году науки и технологий в России, Новосибирск, 6–10 дек. 2021 г. : в 10 ч. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2021. – Ч. 4. – С. 82–86. - 100 экз. - ISBN 978-5-7782-4566-2.
2. Рашид, Тарик. С58 Создаем нейронную сеть. : Пер. с англ. — СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. — 272 с. : ил. — Парал. тит. англ.
3. Гафаров Ф.М Г12 Искусственные нейронные сети и приложения: учеб. пособие /Ф.М. Гафаров, А.Ф. Галимянов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.

## УТИЛИЗАЦИЯ CO<sub>2</sub> ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УГЛЕРОДНЕЙТРАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

А.Р. Побызиков, О.К. Григорьева  
Новосибирский государственный технический университет,  
*AndreyPobyzikoFF@yandex.ru*

*Рассматриваются общие принципы работы и особенности парогазовой установки на основе цикла ОИВТ. Приведено обоснование необходимости использования углероднейтральных технологий. Перечислены некоторые возможные способы использования и утилизации излишков диоксида углерода, который образуется при сжигании углеводородного топлива в камере сгорания.*

*Ключевые слова: углероднейтральная технология, цикл ОИВТ, безкомпрессорная парогазовая установка, улавливание CO<sub>2</sub>, использование и утилизация диоксида углерода.*

В настоящее время перед мировым сообществом остро встает вопрос об уменьшении выбросов углекислого газа в атмосферу. Индустриализация, начавшаяся в конце XIX века, вырубку лесов и наращивание производств привело к тому, что люди на данный момент вносят существенный вклад в углеродный баланс планеты. Повышается концентрация парниковых газов, таких как CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, что в свою очередь приводит к усилению парникового эффекта, и соответственно повышению температуры всей планеты.

Одним из способов решения данной проблемы является разработка и внедрение новых энергетических циклов с нулевыми или около-нулевыми выбросами углерода в атмосферу. В отечественной энергетике примером может являться технология безкомпрессорной парогазовой установки с полным улавливанием диоксида углерода в жидком виде [1], разработанной в ОИВТ РАН совместно с НПО «Алмаз». В проекте в качестве рабочего тела используется диоксид углерода при высоких параметрах. Углеводородное топливо подается в камеру сгорания, где сжигается в смеси с углекислым газом, кислородом и водяным паром, затем продукты сгорания расширяются в парогазовой турбине. В развитой системе регенерации происходит утилизация теплоты отработавших выхлопных газов, за счет теплоты конденсации водяных паров подогревается вода теплосети, оставшийся чистый диоксид углерода осаждается в жидкой фазе, необходимая часть которого затем идет на рециркуляцию, а излишки, образовавшиеся в результате сгорания топлива, удаляются на хранение и утилизацию.

Отличительной особенностью данной установки является то, что сжатие компонентов, подаваемых в камеру сгорания, осуществляется в жидкой фазе, что уменьшает затраты на повышения давления. Эффективность установки при производстве только электроэнергии оценивается на уровне 60%, при совместной выработке тепла и электроэнергии КПД составит 40% [1] (экспериментальная зарубежная установка схожего типа, работающая по циклу Аллама, мощностью 50 МВт, расположенная в Ла-Порте, штат Техас, показала эффективность на уровне 59% при производстве электричества [2]).

В связи с тем, что в технологии ОИВТ РАН присутствует необходимость постоянного удаления излишков углерода, хотелось бы так же рассмотреть возможные решения вопроса по утилизации  $\text{CO}_2$ , так как, например, в установке на цикле Аллама избыток диоксида углерода составляет 5% [2] от общего количества циркулирующего  $\text{CO}_2$ . Одним из возможных решений является захоронение углекислого газа в геологических структурах [3]. То есть создание подземных хранилищ газа (ПХГ) в истощенных нефтяных резервуарах и газовых месторождениях, глубинных минерализованных водоносных горизонтах, неразрабатываемых угольных пластах. Однако здесь необходимо подробно рассматривать особенности взаимодействия  $\text{CO}_2$  с геологическими структурами такими как: миграция газа, молекулярная диффузия, физико-химическое взаимодействие с породами. В цикле ОИВТ РАН, как говорилось выше, диоксид углерода складывается в жидкой фазе, что в свою очередь облегчает транспортировку к местам захоронения или использования.

Помимо захоронения избыток  $\text{CO}_2$  можно применить во многих отраслях производства, таких как химическая промышленность и металлургия. В химической промышленности углекислота используется для синтезирования химических соединений, очищения ткани животных или растений, регулировки температурного режима, нейтрализации щелочи. Применение  $\text{CO}_2$  в производстве актуально, когда сваривают металлы. Газовое облако защищает расплавленную область от поступления активного кислорода. Оно обеспечивает ровность сварного шва, защиту от окисления. В металлургии используется также для регулировки водоотвода внутри шахт, получение лазерного луча, для резки металла, отвода вредных веществ-газов в форме осадков. Применяется  $\text{CO}_2$  и в других областях, например, в пищевой промышленности как добавка-консервант, разрыхлитель теста, компонент напитков, в форме «сухого льда» позволяет дольше хранить скоропортящиеся продукты. В сельском хозяйстве насыщают атмосферу теплиц углекислотой для усиления

процесса фотосинтеза, а соответственно роста растений. В медицине – при проведении операций, для реанимации пациентов, стимуляции дыхания. Также диоксид углерода используется в качестве наполнителя огнетушителей, которые применяются там, где не эффективны средства тушения в виде пены или порошка.

Таким образом, циклы с полным улавливанием диоксида углерода можно эффективно эксплуатировать, излишки  $\text{CO}_2$  возможно утилизировать напрямую, то есть отправлять на захоронения в подземные хранилища газов, либо использовать в качестве ресурса для различных производств. Помимо генерации электроэнергии и тепла такие станции или установки дополнительно можно будет встраивать в производственные цепочки, заменяя ими источник диоксида углерода.

### **Список литературы**

1. Косой А.С., Зейгарник Ю.А., Попель О.С., Синкевич М.В., Филиппов С.П., Штеренберг В.Я. Концептуальная схема парогазовой установки с полным улавливанием диоксида углерода из продуктов сгорания // Теплоэнергетика. 2018. № 9. С. 23-32.
2. Rodney Allam, Scott Martin, Brock Forrest, Jeremy Fetvedt, Xijia Lu, David Freed, G. William Brown Jr., Takashi Sasaki, Masao Itoh, James Manning. Demonstration of the Allam Cycle: An update on the development status of a high efficiency supercritical carbon dioxide power process employing full carbon capture // Energy Procedia 114. 2017. P. 5948 – 5966.
3. С. А. Переверзева, П. К. Коносовский, А. В. Тудвачев, И. Л. Хархордин. Захоронение промышленных выбросов углекислого газа в геологические структуры // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 7. Вып. 1. 2014. С. 5-21.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ**

**С.А. Родт, В.Я. Федянин**

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, [rodtsa@yandex.ru](mailto:rodtsa@yandex.ru), [fedyanin054@mail.ru](mailto:fedyanin054@mail.ru)

*Предложено использовать тепловые насосы для отопления зданий в сельской местности, как альтернативу сжигания угля и дров. Предложенное решение позволит не только уменьшить загрязнение*

*среды обитания за счёт использования возобновляемого тепла поверхностных слоёв Земли, но и улучшить технико-экономические показатели системы электроснабжения сельских территорий. В статье использовались рабочие материалы Министерства промышленности и энергетики Алтайского края, используемые при формировании Прогнозного топливно-энергетического баланса Алтайского края на 2020-2025, 2030 годы и Схемы и программы «Развитие электроэнергетики Алтайского края» на 2023–2027 годы». Ключевые слова: топливно-энергетический баланс Алтайского края, потери электрической энергии при передаче, использование возобновляемого тепла поверхностных слоёв Земли для теплоснабжения сельских потребителей.*

Энергосистема Алтайского края имеет следующие характерные особенности: потребность в электрической мощности и электроэнергии на 2/3 покрывается за счет собственного производства на ТЭЦ края и сальдо перетоков с соседними энергосистемами; разветвленная и протяженная сеть с длинными линиями электропередачи (далее ЛЭП) с большим количеством подстанций (далее ПС); зависимость режимов работы от величины и направления перетока Сибирь – Казахстан – Урал. По данным Министерства промышленности и энергетики Алтайского края 96% потребления первичной энергии в Алтайском крае обеспечивается ввозом энергетических ресурсов из-за пределов региона. Потребление угля в Алтайском крае обеспечивает практически 85% конечного потребления всех энергетических ресурсов. Удаленность потребителей угля от угледобывающих предприятий предопределяет риски, связанные с доставкой необходимых объемов топлива, а также его относительно высокую стоимость за счет транспортной составляющей. Потери при передаче электрической энергии в регионе сопоставимы с величиной потребления угля населением Алтайского края, при этом общие потери электрической энергии в регионе по отношению к величине потребления населением составляют 40% [1].

Напрашивается вывод: с учётом того, что Алтайский край является территорией полностью электрифицированной, без собственных источников природного газа и без залежей углей, пригодных для потребления в частных домовладениях, в сложившихся обстоятельствах самым эффективным энергоносителем для систем отопления и горячего водоснабжения становится электрическая энергия, система доставки которой уже создана, а пропускная способность сетей Алтайского края имеет гигантский запас по росту

загрузки. В регионе в 2021 году было 238 ПС 35/110 кВ, фактическая нагрузка которых составляла менее 50%. Логистика доставки ресурса для отопления нескольких домов в отдаленный район Алтайского края гораздо проще, если это электрическая энергия, а не газ или уголь.

Перевод частных домовладений с угольного отопления на электрическое, особенно в местах со сложной логистикой доставки топлива, будет иметь хороший экономический и экологический эффект. При этом часть электрической энергии, которая сейчас теряется при транспортировании этой энергии, заместится потреблением населения на нужды отопления. Запас мощности для роста потребления на нужды электроотопления населения имеется по всему краю, и более равномерная нагрузка работы этих подстанций и распределительных сетей до определённого уровня не вызовет сжигание дополнительного топлива, а лишь приведёт к снижению потерь электрической энергии при транспортировке к местам потребления. Для объективности картины в таблице 1 приведены в сопоставимый вид доступные для населения Алтайского края виды топлива и энергетических ресурсов в ценах и утвержденных тарифах на начало 2022 года. Прямой ресурсный пересчёт показывает, что уже сегодня электрическая энергия, в качестве топлива, конкурирует по цене тепла с работой малых котельных, годовой объём выработки которых меньше 2000 Гкал в год.

Таблица 1 – Сопоставление видов топлива

Вид топлива/ энергии	ед. изм.	Цена/ тариф, руб.	Цена Гкал., руб.
Уголь кузнецкий	т	3 392,00	558,91
Газ природный	тыс. куб. м	8 008,00	991,33
Тепловая энергия	Гкал	3 147,37	3 147,37
Электроэнергия	тыс. кВт·ч	3 520,00	4 088,27
Электроэнергия + тепл. насосы	тыс. кВт·ч	3 520,00	1 362,76

Самым перспективным и эффективным с точки зрения электроотопления частных жилых домов станет применение в отоплении технологии тепловых насосов с использованием низкопотенциального тепла поверхностных слоев Земли [3]. Примем максимальный рост цен кузнецких углей для населения края в 2 раза, и возьмём прогнозный рост цен на электрическую энергию для населения +8% со второго полугодия 2023 года, а также примем, что какой-то потребитель перевёл свой дом на электроотопление с использованием теплового насоса с отопительным коэффициентом 3. Цена тепла по текущим затратам, без учёта капитальных затрат, будет в этих условиях отличаться не более чем на 20%, что делает эту идею выгодной уже не только для энергетики и региона в целом, но и для конкретного потребителя. Таким образом, есть предпосылки для формирования

региональной программы по переводу населения на электроотопление с использованием низкопотенциального тепла поверхностных слоев Земли – технологии тепловых насосов.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства Алтайского края №543 от 31.12.2019г. «Об утверждении государственной программы Алтайского края «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности».
2. Григорьев А. Энергобаланс, достойный Книги Гиннеса // Журнал «Мировая энергетика» – 2007 – март.
3. Федянин В.Я., Крюков Д.Н. Создание эффективных систем энергоснабжения сельских потребителей в условиях юга Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2017. –Т. 31. № 3. – С. 65–68.

## **ОТБОР ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПРОГНОЗА СУТОЧНОГО ГРАФИКА НАГРУЗКИ ПРЕДПРИЯТИЯ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ**

Н.Н. Сергеев, П.В. Матренин  
Новосибирский государственный технический университет  
veegresatikin3102@gmail.com

*В данном исследовании выполнена оценка влияния отбора признаков и использования дополнительной информации о технологическом процессе предприятия на точность прогноза его графика нагрузки на сутки вперед методами машинного обучения. Рассмотрено два вида моделей машинного обучения: ансамбли деревьев решений и нейронные сети. Отбор признаков выполнен с помощью анализа данных и расчета коэффициента корреляции. В качестве дополнительного признака использован график планово-профилактических работ промышленных станков. Результаты показали, что как отбор признаков, так и использование данных графика ремонтных работ, дают возможность заметно повысить точность прогноза, при этом ансамблевые модели показали бóльшую эффективность по сравнению с нейронной сетью. Ключевые слова: промышленное предприятие, прогнозирование нагрузки, анализ временных рядов, машинное обучение, выбор признаков, ансамблевые модели, нейронные сети.*



В любой задаче управления производством особое место занимает проблема прогнозирования. Методы и принципы прогнозирования разнообразны и зависят от ряда факторов: цель прогноза, период упреждения, вид объекта.

В настоящее время основными методами прогнозирования являются классические регрессионные, авторегрессионные и вероятностные методы, а также системы экспертных оценок [1]. Методы машинного обучения, такие как искусственные нейронные сети [2], методы опорных векторов [3] и ансамблевые методы [4], находятся в данный момент преимущественно на исследовательском этапе.

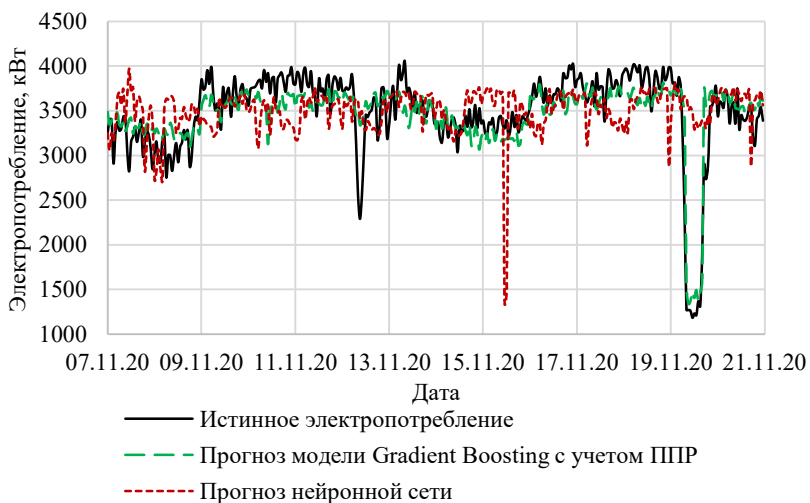
На оптовом рынке электроэнергии оплата за купленную электроэнергию зависит от тарифа и штрафов за отклонение от заявки на покупку [5]. Поэтому многим промышленным предприятиям-участникам оптового рынка, которые составляют прогнозы собственного графика нагрузки, особенно важно иметь высокую точность такого прогноза с целью повышения экономичности энергоснабжения и снижения издержек.

Постановка задачи выглядит следующим образом: имеется выборка данных о почасовом электропотреблении деревообрабатывающего предприятия за 2019–2020 годы, а также график планово-профилактических работ (ППР) деревообрабатывающих станков на этот период. Необходимо создать модель, которая на основе этих данных строит прогноз почасового графика нагрузки на сутки вперед.

Для решения поставленной задачи использовались два вида моделей машинного обучения: ансамбли деревьев решений и глубокая полносвязная нейронная сеть.

С целью определения наиболее значимых признаков между потреблением мощности в рассматриваемый час и в предыдущие часы был рассчитан коэффициент корреляции Спирмена, рассматриваемый период – две недели. Корреляция возрастает для часов, отстоящих от рассматриваемого на кратное число суток. Следовательно, данные по этим часам должны иметь наибольшее влияние на результат модели.

На рисунке 1 приведено сопоставление графика истинного электропотребления и прогноза двух моделей: нейронной сети и лучшей ансамблевой модели Gradient Boosting.



*Рисунок 1 — Сопоставление графика истинного электропотребления и прогнозов моделей*

Для оценки влияния выбора признаков на результат модели было рассмотрено несколько вариантов исходных данных для обучения моделей. В таблице 1 приведено значение средней по модулю ошибки в процентах (median absolute percentage error, MAPE) для каждого варианта.

*Таблица 1 — Оценка точности моделей MAPE, %*

Модель	Используемые данные			
	Все часы, с ППП	Все часы, без ППП	Отобранные часы, с ППП	Отобранные часы, без ППП
AdaBoost	6,2	8,1	6,3	7,6
Gradient Boosting	5,6	7,1	5,5	6,9
Random Forest	5,8	7,6	5,8	7,5
Deep NN	7,0	7,5	—	—

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Нейронная сеть в данном случае менее эффективна по сравнению с другими моделями: ниже точность и не извлекает информацию из графика ППП. Поэтому, несмотря на большую популярность нейронных сетей для решения подобных задач, здесь лучший результат показывают именно ансамблевые модели.

2. Для ансамблевых моделей использование всего временного ряда для построения прогноза не дает существенного прироста точности, а в определенных случаях, наоборот, может приводить к ее снижению.

Использование данных только по отобранным часам на порядок снижает длительность обучения модели без снижения качества прогноза. Использование графика ППР также позволяет существенно повысить точность прогноза.

### **Список литературы**

1. А.М. Абдурахманов, М.В. Володин, Е.Ю. Зыбин, В.Н. Рябченко. Методы прогнозирования электропотребления в распределительных сетях (обзор). – Электротехника: сетевой электронный научный журнал. – 2016. – Т.3, №1. – С. 3-23.
2. A. Baliyan, K. Gaurav, S.K. Mishra. A review of short term load forecasting using artificial neural network models. – Procedia Computer Science. – 2015. – Vol. 48. – P. 121-125.
3. Н.Д. Поляхов, И.А. Приходько, Ван Ефэн. Прогнозирование электропотребления на основе метода опорных векторов. – Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2014. – №10. – С. 26–30.
4. W. Shen, V. Babushkin, Z. Aung, W.L. Woon. An Ensemble Model for Day-ahead Electricity Demand Time Series Forecasting. – 4th international conference on Future energy systems, e-Energy '13, Berkley, USA, 21–24 may 2013: Proceedings. – Berkley, 2013. – P. 51–62.
5. Т.А. Филиппова, А.Г. Русина, Ю.В. Дронова. Модели и методы прогнозирования электроэнергии и мощности при управлении режимами электроэнергетических систем: монография – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. – 368 с. (Серия «Монографии НГТУ»).

## **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Г. НОВОСИБИРСКА**

**А.Ю. Степанов, О.В. Боруш**  
Новосибирский государственный технический университет  
radiosound8923@mail.ru

*В работе рассмотрены источники теплоснабжения г. Новосибирска, показано изменение направления в сфере теплоснабжения при смене руководства теплоэлектроцентралей. Выполнен анализ данных по прогнозным значениям расходов натурального топлива на отпуск тепловой и электрической энергии ТЭЦ и котельных АО «СИБЭКО». Представлено изменение теплового баланса котельных г. Новосибирска.*

*Ключевые слова: источники теплоснабжения, мини-ТЭЦ, теплоэлектроцентрали, котельные, расход натурального топлива, генерирующая компания.*

В городе Новосибирске потребители тепловой энергии обеспечиваются в основном за счёт централизованного теплоснабжения от теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), крупных районных и промышленных котельных. От ТЭЦ, использующих уголь в качестве топлива, обеспечивается около 61% бытовых и промышленных потребителей, от крупных котельных, работающих на природном газе, теплопроизводительностью более 100 Гкал/ч – 17% [1]. Всего в городе более 260 котельных, из них около 170 малых и мелких тепловой мощностью не более 5 Гкал/ч, 40% из которых работают на угле [2]. Большая часть котельных располагается вблизи жилых домов.

С 2013 года Минэнерго России утвердило план переключения нагрузки котельных на ТЭЦ в г. Новосибирске. Первоначально котельные строились для обеспечения в короткий срок бытовых и промышленных потребителей теплоснабжением. На сегодняшний день содержание котельных дорого обходится. С 2013 по 2018 года 9 котельных было переведено на мощности новосибирских ТЭЦ. В конце 2017 года Сибирская генерирующая компания (СГК) стала собственником ТЭЦ Новосибирска вместо Сибирской энергетической компании (СИБЭКО). Одной из их основных целей стало закрытие котельных с переводом потребителей на ТЭЦ. В период с 2018 по 2020 года СГК переключила теплоснабжение от 15 котельных на ТЭЦ. При этом СГК не планирует полностью отказываться от использования котельных. С 2022 по 2023 год планируется замена восьми угольных котельных на газовые [3].

Анализируя данные по прогнозным значениям расходов натурального топлива [1] на отпуск тепловой и электрической энергии ТЭЦ (Рисунок 1) можно сделать вывод, что тепловые станции Новосибирска не собираются отказываться от угля, а также будет повышен его расход к 2030 году. Расход природного газа снижается с 2019 по 2027 год, а с 2028 по 2030 год он возрастает. Доля мазута на станциях по прогнозным значениям будет снижена с 2019 по 2027 год, а начиная с 2028 года расход будет постоянен, так как мазут необходим для розжига котлов на ТЭЦ.

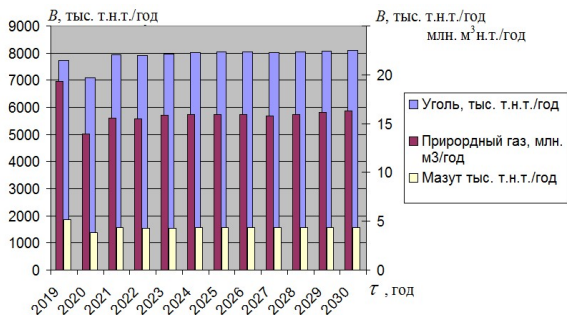


Рисунок 1 – Прогнозные значения расходов натурального топлива на отпуск тепловой и электрической энергии ТЭЦ

При анализе данных котельных по прогнозным значениям расходов натурального топлива [1] на отпуск тепловой и электрической энергии АО «СИБЭКО» (Рисунок 2) можно сделать вывод, что начиная с 2024 года планируется резкое сокращение расходов газа и угля, связанного с выводом котельных из работы и неизменном дальнейшем расходе топлива.

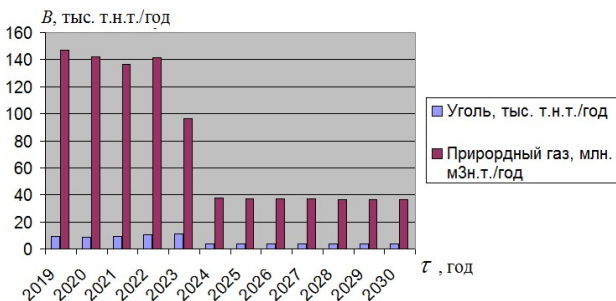


Рисунок 2 – Прогнозные значения расходов натурального топлива на отпуск тепловой и электрической энергии котельными АО «СИБЭКО»

На рисунке 3 представлено изменение теплового баланса котельных города Новосибирска в период с 2012 по 2021 года. Исходя, из графика резкое изменение теплового баланса происходит с 2018 года (переход генерирующих предприятий города в СГК).

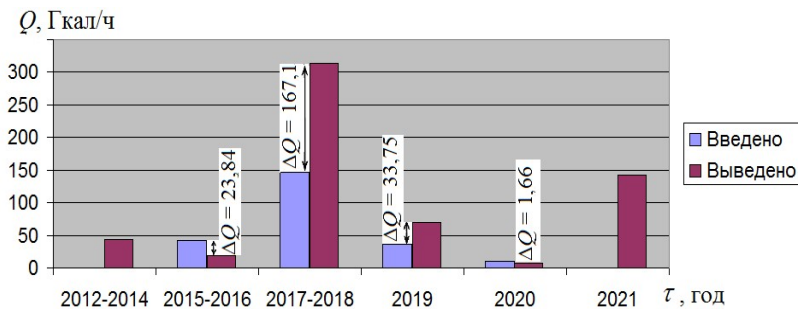


Рисунок 3 – Тепловой баланс котельных города Новосибирска

Современные тенденции в российской и мировой энергетике направлены на развитие малой энергетики. Большим потенциалом обладает процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии [4]. Выполненный анализ системы теплоснабжения г. Новосибирска позволяет сделать вывод, что для реконструкции некоторых котельных в мини-ТЭЦ, есть все условия, а именно:

1. Топливом для котельной является газ, так как его преимуществом является относительная дешевизна, мобильность, доступность и экологичность.
2. Диапазон тепловой нагрузки котельной должен составлять от 20 до 100 Гкал/час (нижняя граница обусловлена целесообразностью перевода, верхняя – системой диспетчеризации).
3. Котельная должна быть отопительная.

### Список литературы

1. Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2033 года (актуализация на 2022 год) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.degkh.ru/shema-ts/> (Дата обращения: 25.03.2022).
2. Схема теплоснабжения города Новосибирска до 2033 года (актуализация на 2021 год) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.degkh.ru/shema-ts/> (Дата обращения: 02.04.2022).
3. 15 котельных переключила СГК на теплоснабжение от ТЭЦ в Новосибирске [Электронный ресурс]. URL: [https://sibenco.online/special/15-kotelnykh-pereklyuchila-sgk-na-teplosnabzhenie-ot-tets-v-novosibirsk/-/](https://sibenco.online/special/15-kotelnykh-pereklyuchila-sgk-na-teplosnabzhenie-ot-tets-v-novosibirsk/) (Дата обращения: 05.04.2022).
4. Хохлов А.А., Мельников Ю.А., Веселов Ф.В., Холкин Д.А., Дацко К.А. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. – М.: СКОЛКОВО, 2018. – 89 с.

## РАСЧЁТНАЯ ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОВЕСА КАК СРЕДСТВА МОЛНИЕЗАЩИТЫ

А.О. Халиман, Ю.В. Целебровский  
Новосибирский Государственный Технический университет,  
anastasia.khaliman@mail.ru

*Создана упрощенная модель распределения электрического тока в земле с проложенным противовесом, созданы 6 различных конфигураций схемы для установления зависимости значения максимального продольного тока, протекающего через противовес, от расстояния между источником тока и ближайшим к нему концом противовеса, установлено как направлены токи в разных частях исследуемого средства молниезащиты, изложена гипотеза о его шунтирующем свойстве.*

*Ключевые слова: противовес, плотность тока, шунтирование грунта, геофизическая неоднородность, молниезащита.*

Для исследования распространения электрического тока в верхних слоях грунта вдоль противовеса во время грозы была создана упрощенная модель в программе PARSIZ [1]. Модель грунта принята двухслойной: первый слой высокой проводимости –  $\rho_1=20$  Ом·м, мощностью 2 м; второй - низкой проводимости –  $\rho_2=7000$  Ом·м. Для ввода тока в землю создана вертикальная сетка из электродов шириной 50 м и глубиной 3 м, в которую вводился ток 1000 А, стекающий с сетки в грунт. В некоторых расчётах вертикальная сетка оснащалась тремя расположенными на глубине 0,5 м (верхний электрод сетки) горизонтальными электродами (в направлении противовеса). В качестве противовеса использовался горизонтальный заземлитель, проложенный на глубине 0,5 м длиной 100м, который располагался перпендикулярно плоскости сетки на разных расстояниях от нее (30 м, 50 м и 100 м) для установления зависимости протекающего через него тока от расстояния до источника тока.

На рисунке 1 можно увидеть, что по мере отдаления противовеса от источника тока, значение максимального продольного тока в противовесе уменьшается, поэтому следует определить, как направлены токи в земле, находящиеся вблизи противовеса, и каково их значение.

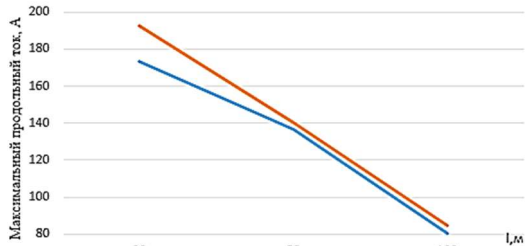


Рисунок 1 - Зависимость максимального значения тока в противовесе от расстояния между сеткой и ближайшим концом противовеса

В дальнейших расчетах рассматривается конфигурация, когда противовес расположен на расстоянии 100 м от источника тока. На рисунке 2 представлена зависимость значений втекающего в противовес и стекающего тока от удаленности точки измерения от начала противовеса. Отрицательные значения тока означают то, что ток втекает в противовес, а положительные – что стекает.

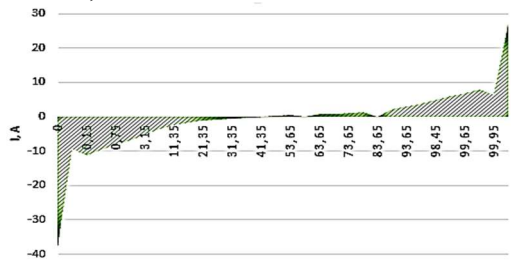


Рисунок 2 – Значения втекающего и стекающего тока (I, A) от удаленности точки измерения от начала противовеса (l, м)

Для определения тока в грунте рассчитывались напряженности поля вдоль линий, перпендикулярных и параллельных оси противовеса в трех местах – по концам и в середине на расстояниях до 30 м от него с интервалом 3 м от его оси.

Рассчитать значения токов, протекающих рядом с противовесом можно с помощью выражения силы тока через его плотность и площадь, на которой была она определена:

$$I = \sum_{i=1}^{10} j_i \cdot S_i$$

По формуле рассчитаны, внесенные в таблицу 1, значения тока, протекающего через плоскость площадью 60 м<sup>2</sup>, которая была разбита на 10 частей по 6 м<sup>2</sup> каждая значения плотности тока, который протекал через них, были условно приняты постоянными, и определены через



соотношение  $J_i = \frac{E_i}{\rho_l}$ , где напряженность электрического поля каждого фрагмента рассчитывалась как векторная сумма горизонтальной и вертикальной составляющих, найденных по формуле  $E_s = \frac{\varphi_{ks} - \varphi_{js}}{l}$  ( $\varphi_{ks}$ ,  $\varphi_{js}$  - значения потенциалов электрического поля в точках, между которыми необходимо рассчитать напряженность).

Таблица 1- Значения токов на плоскостях площадью 60 м<sup>2</sup>.

На расстояниях от начала противовеса - d		
d=0 м	d=50 м	d=100 м
45,96 А	11,1 А	29,41 А

Предположим, что в каждое полупространство от источника тока (сетки) стекает одинаковое количество электрического тока, то есть по 500 А. Тогда, обратившись к рисунку 1, можно увидеть, что максимальное значение тока в противовесе 80 А, то есть 16% от тока, распространяющегося в бесконечном полупространстве. По мере удаления от оси противовеса, значения протекающих токов в грунте уменьшаются, что говорит о том, что максимальная концентрация тока приходится на проложенный противовес.

По результатам расчетов следует сделать вывод о том, что противовес шунтирует грунт, принимая на себя существенную долю тока, собирая его из грунта. Тем самым, можно сформулировать гипотезу о хорошем шунтирующем свойстве противовеса, так как, находясь в грунте во время движения над ВЛ грозового облака, положительные заряды двигаются вдоль траектории облака [2], поэтому снижение концентрации зарядов в грунте, за счет их сосредоточения в проложенном противовесе, позволит избежать критической плотности заряда на грозозащитном тросе, что уменьшит вероятность поражения пролета грозозащитного троса молнией с дальнейшим отказом ВЛ [3].

В будущем планируется моделирование укладки противовеса поперек границы раздела двух сред, чтобы говорить о его влиянии на распределение зарядов вблизи геоэлектрической неоднородности.

### Список литературы

1. Нестеров С.В. Применение интегральных уравнений для расчета заземлителя произвольной конфигурации в неоднородном грунте. Вторая Российская конференция по заземляющим устройствам: Сборник докладов/ под ред. Ю.В. Целебровского – Новосибирск: Сибирская энергетическая академия, 2005. – 248 с.
2. Александров Г.Н. Молния и молниезащита /СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2007. – 280 с.

3. Целебровский Ю.В. О возможности отказа от грозозащитного троса ВЛ/ Ю.В. Целебровский /Линии электропередачи-2004: опыт эксплуатации и научно-технический прогресс: Сборник докладов Первой Международной научно-практической конференции/под ред. В.Т. Чернева. – Новосибирск. – 2004. – С.192-198.

## РЕГЕНЕРАТОР ИЗ МАТЕРИАЛА МР ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ СТИРЛИНГА

Д.Ю. Чирцов, С.Л. Елистратов  
Новосибирский государственный технический университет,  
chirtsov\_1999@mail.ru, elistratov.sl@yandex.ru

*Предложен способ повышения эффективности двигателя Стирлинга путем внедрения в контур циркуляции регенератора, выполненного из материала МР (металлорезина). Его использование взамен пористо-керамических, мембранных или сетчатых регенераторов, повысит эффективность процесса регенерации в двигателях Стирлинга. Регенераторы из материала МР при малой массе и низком гидравлическом сопротивлении могут обеспечить максимально высокую теплообменную поверхность, которая определяется только толщиной исходной проволоки.*

*Ключевые слова: металлорезина, регенератор, двигатель Стирлинга, регенерация теплоты.*

Введение. Термодинамическая эффективность цикла Стирлинга с регенерацией приближается к циклу Карно. Регенераторы в двигателях внешнего сгорания играют важную роль для повышения их термодинамической эффективности. Регенераторы тепловой энергии должны обеспечивать высокие характеристики теплообмена при низком гидравлическом сопротивлении. Существующие конструкции регенераторов не в полной мере обеспечивают эти требования.

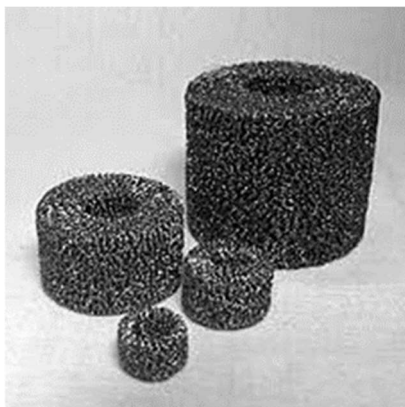
Постановка задачи. На основе анализа литературных данных предложить новое конструктивное решение для повышения эффективности двигателя Стирлинга.

Эксергетические потери в двигателях Стирлинга. Потери в любом рабочем термодинамическом цикле можно значительно уменьшить за счет процессов регенерации. При оценке работоспособности потока рабочего тела в тепловой машине, можно выделить ряд необратимых

потерь, которые необходимо уменьшить за счет высокоэффективной регенерации:

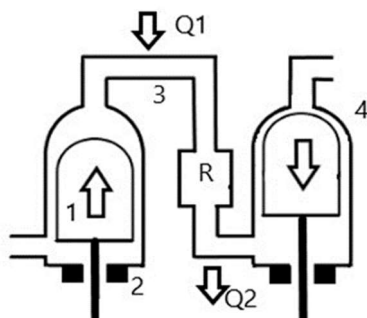
- 1) внешние потери при внешнем подводе теплоты;
- 2) внутренние потери в процессе преобразования, возникающие за счет теплоемкости рабочих тел и материала регенератора;
- 3) потери в процессе теплообмена с окружающей средой: (не адиабатичность реального процесса);
- 4) гидравлические потери за счет сил вязкого трения в потоке рабочего тела;
- 5) внешние потери, возникающие за счет механического трения элементов машины.

Предлагаемое решение. Металлорезина (МР) – это пористый материал, сделанный полностью из металла (тонкая проволока большой длины) и обладающий определенными свойствами близкими к свойствам резины [1,2]. Свойства МР сильно зависят, как от материала (сталь, медь, титан и т.д.), так и метода изготовления. В самом общем виде МР (Рисунок 1) представляет собой плотно навитую двойной спиралью проволоку, из которой затем прессуются детали заданной формы [3].



*Рисунок 1 - Примеры изделий из МР*

Губчатая металлическая структура, лишенная замкнутых пор с равномерно вложенными друг в друга спиралями проволоки, позволяет обеспечить максимально эффективный теплообмен в процессе регенерации. Такая высокая эффективность достигается за счет удачной комбинации минимальной толщины проволоки и большой площадью поверхности МР в целом. Такое сочетание позволяет так же создать эффективный теплообменный аппарат регенеративного типа, который обладает большой площадью поверхности, не создавая при этом значительного гидравлического сопротивления в контуре циркуляции двигателя Стирлинга (Рисунок 2).



*Рисунок 2 - Расположение регенератора (R) при конфигурации Райдера двигателя Стирлинга [4]*

Вывод. Предложенное решение: использование МР в регенераторах двигателей Стирлинга, - позволяет реализовать высокоэффективные процессы регенерации.

### **Список литературы**

1. Иголкин А.А. Применение пористого материала «металлорезина» в гидрогазовых системах энергетических установок для шумоподавления и термостабилизации / Сафин А.И., Изжеуров Е.А., Шахматов Е.В. – Санкт - Петербург 2012: Судостроение, 2012, 46-48 с.
2. Delany, M.A. Acoustic properties of fibrous absorbent materials / E.N. Bazley// Appl. Acoust. 3, 1970. 105-116.
3. Изжеуров Е.А. Формирование элементов конструкций гидродинамического тракта энергетических установок из упруго пористого материала МР /Е.А. Изжеуров.– Москва: Машиностроение, 2001, 284 с.
4. Шифрин Д.М. Тепловые двигатели. М., Государственное техническое издательство технической литературы, 1962. 312 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРАВИЛ ОХРАНЫ ТРУДА В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Е.А. Калиниченко, М.А. Верниковский, А.С. Калашникова  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Сибирский государственный  
университет путей сообщения»  
[kalashnikova7887@mail.ru](mailto:kalashnikova7887@mail.ru)

*В данной статье рассматривается сравнение организационно-правовых основ охраны труда и безопасности в строительной деятельности РФ с зарубежными странами, основанное на мировой статистике травоопасности на рабочем месте. Безопасность и охрана труда в строительной деятельности остается одной из самых актуальных и социально значимых проблем, так как ее решение касается непосредственно интересов каждого из 7 млн. работающих в отрасли. Определены меры организационного характера, обеспечивающие повышение уровня безопасности.*

*Ключевые слова: охрана труда, строительство, безопасность, федеральный закон, Российская федерация.*

На сегодняшний день строительная индустрия России переживает переломный момент, связанный со спецификой работы и охраны труда. Переход на рыночные отношения в области охраны труда привел к тому, что многие предприятия перестали соблюдать нормативные документы, регламентирующие охрану труда. Это введет к устойчивой тенденции роста травматизма и летальных исходов в последние годы.

Работодатели в разных странах не заинтересованы в регистрации случаев травматизма, так как это влечет для них материальные и другие потери. Значительно меньше возможностей сокрытия тяжелых несчастных случаев. На этом допущении основана методика оценки производственного травматизма Международной организации труда. Количество несчастных случаев со смертельным исходом может случить критерием оценки охраны труда в разных странах.

По доступным официальным данным в России отношение несчастных случаев со смертельным исходом к общему числу несчастных случаев в среднем составляет 0,045, в Литве – 0,019, в Германии – 0,0006 [3].

В Российской Федерации учет и регистрацию несчастных случаев на производстве выполняют три ведомства: Федеральная служба государственной статистики (Росстат), Федеральная служба по труду и занятости (Роструд) и Фонд социального страхования (ФСС). В Росстате проводится сбор и анализ данных о несчастных случаях на производстве со смертельным исходом, которые произошли в организациях по основным видам экономической деятельности. Роструд проводит сбор и анализ данных о групповых несчастных случаях и случаях с тяжелым и смертельным исходом. В ФСС собираются данные о тех пострадавших работниках, которые застрахованы по социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Если говорить о Литве, то после включения ее в состав Евросоюза, большинство грамотных строителей и представителей технадзоров получили возможность переехать в другие регионы и зарабатывать больше. Это привело к острому дефициту профессиональных кадров. На фоне закрывающихся предприятий и растущей общей безработицы, чаще всего приходится иметь дело с низкоквалифицированным трудом. В связи с этим многие современные технологические решения отбрасываются, и таким образом количество строек сокращаются, и соответственно строительных компаний тоже. На сегодняшний день, строительных компаний в Литве в 82 раза меньше чем в России[4].

Низкий показатель частоты несчастных случаев позволяет рассматривать Германию, как государство с высоким уровнем охраны труда. В Германии закон о мерах по охране труда для повышения безопасности работников определяет безопасность и здоровье сотрудников на рабочем месте. По мнению К.С. Харина понятие охраны труда включает в себя техническую и социальную составляющую. К технической относятся, соблюдение правил безопасности выполнение работы и сохранение здоровья. Для немецкой системы безопасности главное – соответствие условий для осуществления строительного вида деятельности. За каждым предприятием ведется тщательный контроль, и проходят постоянные проверки органами надзора.

Каждый сотрудник и работник строительного предприятия в Германии заинтересован в первую очередь в безопасности труде. Работодатели и заботятся о благополучии и о здоровье своих коллег и работников, та как если сотрудник видит явное нарушение правил техники безопасности, он тут же сообщает о происшествии не своему руководству, а органу надзора.

Сравнение норм трудового законодательства РФ и ФРГ позволяет сделать вывод о том, что в Германии придерживаются более широкой

трактовки понятия охраны труда [6]. Однако в Германии кроме мер по обеспечению безопасных условий труда на рабочем месте и профилактики несчастных случаев и профзаболеваний, требования охране труда включают меры для установления обоснованного режима труда и отдыха, регулирования рабочего времени и отдыха. Положения трудового законодательства о режиме работы и времени отдыха рассматриваются как самостоятельные институты в трудовом праве [7].

### Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) // ТК РФ Статья 209. Основные понятия.
2. Кашлакова А. С. Понятие охраны труда по российскому трудовому праву. Барнаул: Азбука, 2012. 144 с.
3. Федорова И. Статистика производственного травматизма в России [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Москва: Гетсиз.ру, 2017-2021 – Режим доступа: <https://getsiz.ru/statistika-proizvodstvennogo-travmatizma-v-rossii-est-voprosy.html>
4. Поварницын. А., Хорошо там, где нас нет? Кто и как строит дома в Литве — заметки эксперта. - <https://dom-expert.by/kto-i-kak-stroit-doma-v-litve/>
5. Абрамова, А. С. Понятие охраны труда в России и Германии: сравнительный аспект / А. С. Абрамова // Национальное гуманитарное знание: сборник научных трудов / центр научных исследований «Внтерплэй». – Ростов-на-Дону : ООО "Интерплэй", 2019. – С. 10-17.
6. Буянова М.О., Понятие охраны труда в России и Германии: сравнительный аспект // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2016. № 4. С. 198-204.
7. Бисакаев, С. Г. Анализ систем государственного контроля за соблюдением трудового законодательства на примере государств, входящих в десятку рейтинга глобальной конкурентоспособности / С. Г. Бисакаев, Д. К. Набиев // Наука и мир. – 2017. – № 7-1(47). – С. 28-32.

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЛИНИИ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Ю.В. Воронцова, Е.А. Звягина, Д.А. Цыганков, И.В. Пирумова  
Сибирский государственный университет путей и сообщения  
[Пirumova\\_777@mail.ru](mailto:Пirumova_777@mail.ru)

*Проблема исследования – негативные экологические последствия хозяйственной деятельности человека. Объект исследования – железнодорожная линия промышленного предприятия. Статья представляет собой работу по оценке воздействия строительства внутренней железнодорожной линии промышленного предприятия длиной 566 м на воздушную и водную среду, земельные ресурсы (почвы), а также недра. При этом уделяется большое внимание образующимся отходам производства и потребления природных ресурсов, воздействию на растительный и животный мир, а также рассмотрению экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.*

*Ключевые слова: Оценка воздействия, окружающая среда, железнодорожная линия, воздушная среда, водная среда, земельная среда, отходы, экономический ущерб.*

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, косвенных и иных последствий воздействия на окружающую среду планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности ее осуществления юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Работа промышленных предприятий приводит к увеличению выбросов токсичных веществ в окружающую среду, которые могут привести к серьёзным последствиям. Одним из мероприятий, направленных на профилактику негативного воздействия производств на природу прилегающих территорий, является проведение процедуры оценки воздействия на окружающую среду, которая может быть не только важной социальной задачей, но и серьёзным фактором повышения эффективности общественного производства. Предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения отдельно при условии, что суммарные выбросы вредных веществ, поступающие от него и источников населённого пункта с учётом перспективы развития предприятия и рассеивания вредных веществ в атмосфере, не создадут приземную концентрацию, превышающую их предельно допустимые



концентрации для населения, растительного и животного мира. Дополнительный результат работы по оценке воздействия на окружающую среду - установление нормативов предельно допустимых воздействий на водную среду, земли (почвы) и недра. Отдельным пунктом выступает анализ процесса накопления и поведения отходов производства продукции и потребления необходимых для этого природных ресурсов.

Оценка воздействия объектов железнодорожного транспорта на окружающую среду является обязательным элементом планирования, проектирования и развития отрасли.

### **Список литературы**

1. Экологическая стратегия ОАО «Российские железные дороги» на период до 2017 года и на перспективу до 2030 года. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 12 мая 2014 года № 1143 р. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.rzd-expro.ru/innovation/regulatory\\_documents/07\\_293r.pdf](http://www.rzd-expro.ru/innovation/regulatory_documents/07_293r.pdf) (дата обращения: 17.12.21).
2. СППК 2.04-01-2017. Строительная климатология. Свод правил республики Казахстан. [Электронный ресурс]. URL: [https://azimut-geology.kz/library/inzh\\_geo/100-sp-rk-204-01-2017-stroitel'naya-klimatologiya.html](https://azimut-geology.kz/library/inzh_geo/100-sp-rk-204-01-2017-stroitel'naya-klimatologiya.html) (дата обращения: 17.12.21).
3. Методика расчёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. К приказу министра охраны окружающей среды республики Казахстан от 18.04.2018 № 100-П. [Электронный ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V14M0009585> (дата обращения: 17.12.21).
4. Методика расчёта нормативов выбросов от неорганизованных источников. Приложение № 13 к приказу министра охраны окружающей среды республики Казахстан от 18.04.2018 № 100-П. [Электронный ресурс]. URL: [https://online.zakon.kz/Document/?doc\\_id=30378563](https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=30378563) (дата обращения: 17.12.21).
5. Методика расчёта платы за эмиссию в окружающую среду. Приказ министра охраны окружающей среды республики Казахстан от 08.04.2019 № 68-П. [Электронный ресурс]. URL: [https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005672\\_](https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005672_) (дата обращения: 17.12.21).

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ К УСЛОВИЯМ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*И.В. Климова, И.В. Пирумова*

Сибирский государственный университет путей и сообщения

[Pirumova\\_777@mail.ru](mailto:Pirumova_777@mail.ru)

*В данной работе была изучена психофизиологическая адаптация иностранных студентов к условиям и предложены меры по ее улучшению и ускорению. Психофизиологическая адаптация определяет активность личности и совокупность физиологических реакций, лежащих в основе приспособления организма к изменению окружающих условий. Рассмотрены виды и формы адаптации.*

**Ключевые слова:** психофизиологическая адаптация, жизнедеятельность, студенты, приспособление, адаптационные мероприятия.

При воздействии комплекса внешних факторов наблюдаются следующие фазы развития адаптационного процесса: начальная фаза адаптации- «аварийная», вторая фаза - «переходная», третья фаза - фаза устойчивой адаптации (резистентности).

Процесс физиологической адаптации заключается в единстве трех фаз: нарушение гомеостаза, разрушение старой программы, формирование новой.

Выделяют следующие формы проявления адаптации: внешняя переориентация; индивид, и коллектив признают эталоны поведения друг друга, но не меняют своих прежних позиций; аккомодация; полное принятие индивидом новых ценностных ориентаций и взглядов.

К индивидуальным факторам адаптации студентов относятся индивидуальные характеристики, обстоятельства жизненного опыта индивида.

К групповым факторам адаптации студентов относятся степень сходства или различия между культурами, особенности страны пребывания, психологическая атмосфера, языковой барьер.

Результатами адаптации выступают овладение способами снятия противоречий, устойчивая направленность на обучение, выработка личностью собственных психологических средств поддержания устойчивости.

Возможно использование следующих мер, по улучшению и ускорению процесса адаптации: увеличение количества часов изучения русского языка, организация волонтерской первичной помощи по

социальной адаптации, организация межкультурных проектов для обмена информацией.

Таким образом, дальнейшая разработка проблемы адаптации очень важна и в особенности ее практическое направление. Понимание данных процессов позволит уменьшить сроки адаптации иностранных студентов, вследствие чего повысится работоспособность, сохранится психическое и физическое здоровье, оптимально организуется отдых и процесс обучения.

### **Список литературы**

1. Медведев В.И. Адаптация человека / В.И. Медведев, СПб.: Институт мозга человека РАН, 2003. С. 584.
2. Березин Ф.Б. Психическая и психофизиологическая адаптация человека. – Л., 1988. – 270 с.
3. Проблемность в профессиональной деятельности: Теория и методы психологического анализа. – М., 1999. – 358 с.

## **АНАЛИЗ НОВОГО ТРУДОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

**К.В. Одрузова**

Сибирский государственный университет путей сообщения  
kodruzova@mail.ru

*Рассмотрены основные изменения законодательства в области охраны труда, вступившие в силу с 01.03.2022г. Изменения предполагают не только систематизацию и уточнение существующих норм и понятий, но и расписывают полномочия Правительства РФ, федеральных и региональных органов власти в части государственного управления охраной труда, а также основные принципы обеспечения безопасности труда и закрепление в ТК РФ новых требований в сфере охраны труда.*

*Ключевые слова: Трудовой кодекс, работодатель, работник, охрана труда, права и обязанности, средства индивидуальной защиты, микротравмы, профессиональные риски, самообследование.*

Обеспечение работникам безопасных условий труда, наряду со своевременной выплатой заработной платы, является одной из важнейших обязанностей работодателя. В настоящее время

нормативная база, регулирующая отношения в сфере охраны труда, активно корректируется.

Согласно Федеральному закону №311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации» от 02.07.2021 г. с 1 марта вступили в силу новые правила в области охраны труда.

Будущему специалисту в области охраны труда необходимо хорошо знать, какие факторы вызвали необходимость столь кардинального изменения ТК РФ, иметь четкое представление и возможность в самостоятельной работе в полной мере применить эти знания в сфере управления охраной труда на предприятии, обеспечение безопасных условий труда в соответствии с новыми требованиями.

Подробно разобравшись в изменениях в 10 главе ТК, принято считать, что главной целью этих изменений является персонализация системы управления охраной труда с учетом проведенной оценки профессиональных рисков и специфики производственной деятельности. Это постепенный переход от формалистики в пользу адресной политики, которая обеспечит максимальный учет индивидуальных особенностей конкретных рабочих мест. Планово производить корректировку правил по охране труда, которая будет направлена на повышение самостоятельности работодателей (путем введения, например, права на самообследование и закрепление приоритета профилактических мер по обеспечению безопасных условий труда и предотвращению производственного травматизма, а также на стимулирование работодателей к реализации этих мер).

Основные новшества в десятой главе Трудового кодекса Российской Федерации произошли в оценке профессиональных рисков, правил использования средств индивидуальной защиты, учета и ведения расследования микротравм на производстве, порядка обучения по охране труда, проведения аудита внутри организации, появлении новых прав и обязанностей у работодателя. Рассмотрим изменения по отдельности.

Учитывая изменения, вопросы охраны труда на предприятиях следует решать с учётом новых норм Трудового кодекса. Запрет на работу в опасных условиях, обучение персонала принципам применения СИЗ, ведение документооборота по охране труда в электронном виде и другие пока еще непривычные, но закреплённые на уровне федерального законодательства, правила и гарантии обязательны, как и для работодателей, так и для работников. Рано или поздно эти изменения войдут в нашу повседневную производственную деятельность и их внедрение ляжет в основу деятельности специалистов в области охраны труда.

## Список литературы

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022);
2. Обзор изменений «Трудового кодекса Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) [Электронный ресурс] — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_75545/ac2912085b2f68971c7dc84be6ccb8a5291f10f5](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75545/ac2912085b2f68971c7dc84be6ccb8a5291f10f5)
3. Сравнение редакций. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022).

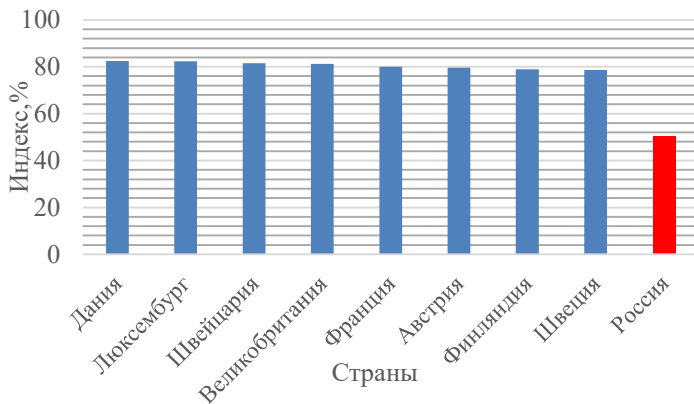
## ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПО СРЕДСТВАМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БУМАГИ, КАК СЫРЬЕВОГО МАТЕРИАЛА

Е.Н. Тимофеев, Н.В. Колещатова, М.Г. Рублев  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[egor.timofeev.2014@mail.ru](mailto:egor.timofeev.2014@mail.ru)

*Процесс развития промышленности, хозяйств нуждается в ресурсах, что вызывает повышенное потребление в росте производств, что сказывается на показателях загрязненности окружающей среды. Так, был определен объект исследования – бумага, как сырье наиболее доступное в бытовом аспекте и имеет сравнительно небольшие сроки как естественной деструкции, так и возможность переработки.*

*Ключевые слова: Ресурсосбережение, окружающая среда, композит, физические свойства бумаги, экологическая безопасность.*

Ухудшение экологической обстановки в России отражается на показателях экологической безопасности населения, что вызывает дополнительное спонсирование ликвидаций загрязнений антропогенных влияний. Так, на рисунке 1 приведен - Рейтинг стран мира за 2020 год по индексу экологической эффективности, составленный из открытого источника EPI [1].



*Рисунок 1 – Рейтинг стран мира по индексу экологической эффективности*

Согласно Федеральному закону, принятому 24 июня 1998: «Об отходах производства и потребления», который и сегодня дополняется. Одним из основных принципов государственной политики является «...уменьшение количества отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот» [2],[3]. С этой целью был определен объект исследования – Бумага. Предметом исследования является – физические свойства бумаги и предложение её альтернативного использования. Так, отобранные образцы бумаги были определены анкетированием и сведены в таблицу 1. Было отобрано оборудование, спланированы и проведены опыты по исследованию свойств бумаги.

*Таблица 1 – Образцы бумаги*

№ образца	Название бумаги
1	Офисная бумага “Снегурочка”
2	Бумага для комиксов (листы комикса ”Микки Маус”)
3	Бумага для книг (книжные листы)
4	Газетная бумага (листы газеты ”Правда Севера”)
5	Серые тетрадные листы
6	Белые тетрадные листы
7	Бархатная бумага (для уроков технологии)
8	Листовая бумага для офисной техники “SvetoCopy”
9	Альбомная бумага (для рисования)
10	Чертёжная бумага (ватман)
11	Картон
12	Цветная бумага

В первом опыте было проведено исследование капиллярности бумаги. При нормальных условиях, определение радиуса капилляра производилось, используя формулу

$$r = \frac{2\sigma}{\rho gh}$$

Наиболее узкие капилляры оказались в образце 10 и печатной бумаге и наиболее широкие в тетрадных листах.

Во втором опыте было проведено: Измерение поверхностной плотности бумаги. Расчеты выполнялись через соотношения массы образца к его площади

Наибольшие показатели поверхностной плотности у картона и ватмана. Самые низкие показатели у образцов: 12, 4, 3.

В третьем опыте было проведено измерение предела прочности бумаги. Определяя фактические размеры площади и применяя один и тот же динамометр. По этим данным определялось напряжение:

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

Наибольший предел прочности имеет образец №10, образцы 11, 9 и 1 уступают ему в 1,5-2 раза.

В четвёртом опыте определялось процентное содержание золы по средствам отношения массы золы к массе исходной навески. Так, больше всего золы образовалось при горении образцов 7 и 12.

В пятом опыте было выполнено исследование водопроницаемости бумаги. Выполнив из образцов бумаги стаканы и наполнив их одинаковым объемом воды – одинаковой температуры. Так, результаты приведены в таблице 2.

*Таблица 2 – Водопроницаемость образцов*

№ образца	Время
1	5 минут 39 секунд
2	27 секунд
3	3 секунд
4	36 секунд
5	28 секунд
6	2 минуты 25 секунд
7	4 минуты 35 секунд
8	4 минуты 33 секунды

9	1 час 40 минут
10	5 часов 51 минута 22 секунды
11	4 часа 30 минут
12	19 минут 24 секунды

По результатам работы были сделаны следующие выводы:

1. Техника оригами позволяет создавать предметы посуды (стакан), которые могут быть использованы в быту (например, в туристическом походе).

2. Отдельные виды бумаги очень прочны (образцы № 11, 1, 2, 9,10). Их предел прочности выше, чем у некоторых видов проволоки или ткани. Поэтому их можно использовать для самостоятельного изготовления сумок, пакетов, навесов (так как, они же плохо пропускают воду).

### **Список литературы**

1. Environmental Performance Index // Results Overview URL: <http://epi.envirocenter.yale.edu/> (дата обращения: 13.03.2022).

2. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 02.07.2021) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)// СПС КонсультантПлюс/ (дата обращения: 10.04.2022).

3. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная Указом Президента РФ от 19.04.2017 N 176.

## **АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ОХРАНЫ ТРУДА В ДИРЕКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ И РАЗРАБОТКА ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕР ПО БОРЬБЕ С НИМИ**

А.В. Попова, Ю.И. Чусовитина, М.Г. Рублев  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[juliachuso@yandex.ru](mailto:juliachuso@yandex.ru)

*Рассмотрены вопросы охраны труда на производстве в сфере управления движением Российских железных дорог. На предприятии X существует система предупредительных талонов, которая регламентирует правила безопасности и контролируют нарушения требований охраны труда. Необходимо разработать профилактические меры по борьбе с нарушениями техники*



*безопасности, которые могут привести к причинению вреда не только инфраструктуре железных дорог, но и жизни человека.*

*Ключевые слова: охрана труда, предупредительные талоны, производственный травматизм, ОАО «РЖД», нарушения, безопасность.*

В настоящее время холдинг ОАО «РЖД» насчитывает в себе огромное количество структурных подразделений и предприятий, на которых работает около 800 тысяч работников по всей стране, а также обеспечивает 45% грузооборота.

На любом предприятии должны выполняться требования охраны труда в соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации (далее – ТК РФ) (Раздел X) [1]. Для контроля выполнения или нарушения определённых требований на предприятиях ОАО «РЖД» применяется система предупредительных талонов. В данной статье проводится анализ работы такой системы на примере предприятия X в сфере управления движением.

Предупредительные талоны необходимы для повышения личной ответственности и контроля за соблюдением требований охраны труда работниками ОАО «РЖД» при исполнении обязанностей по трудовому договору [2]. Они используются, чтобы не допустить случаи производственного травматизма или снизить их. Таким образом, эта тема всегда актуальна, т.к. только соблюдение требований безопасности по охране труда может обеспечить бесперебойное и безопасное движение поездов по сети железных дорог, что является приоритетным направлением работы компании.

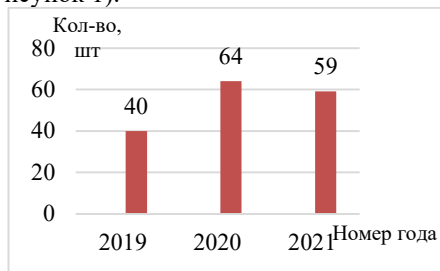
Цель исследования – выявить наиболее частые нарушения охраны труда работниками предприятия X по системе предупредительных талонов и разработать профилактические меры по уменьшению возникновения таких нарушений.

Нормативным документом, регламентирующим исполнение требований по охране труда в отношении предупредительных талонов, является ПОЛОЖЕНИЕ №2941 от 28.12.2020 [2]. Оно относится к работникам тех профессий, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда.

Существует три формы предупредительных талонов: №1, 2, 3. Талон №1 подписывается руководителем, заверяется печатью структурного подразделения и выдаётся работнику после прохождения им первичной проверки знаний по охране труда. Талон №2 выдаётся при нарушении работником требований безопасности труда и изъятии первого талона. Третий талон выдаётся аналогично второму. Порядок выдачи указан в

положении [2]. Работнику снижают премию и проводят внеплановую проверку знаний при лишении предупредительного талона первой или второй категории. В случае с лишением третьего талона работника могут привлечь к дисциплинарной ответственности в виде выговора в соответствии с ТК РФ, а также будет проведён внеплановый инструктаж во всем подразделении.

Рассмотрим проведённый анализ отчетности по системе предупредительных талонов за IV квартал 2019, 2020, 2021 годов на предприятии X (Рисунок 1).



*Рисунок 1 – Количество изъятых талонов за IV квартал трех прошедших лет*

Виды нарушений приведены на диаграммах (Рисунок 2). По данным на IV квартал 2020 года основное количество нарушений (40 шт.) приходится на использование средств индивидуальной защиты, из них 38— отсутствие или неправильное ношение медицинской маски в период действия коронавирусных ограничений [3]. Также распространены нарушения при выполнении маневровой работы (10 шт.). За IV квартал 2021 года наибольшее количество нарушений (21) также было связано с использованием СИЗ, из них 18 связаны с неправильным ношением либо отсутствием медицинской маски. Нарушения при выполнении маневровой работы — 11 штук.

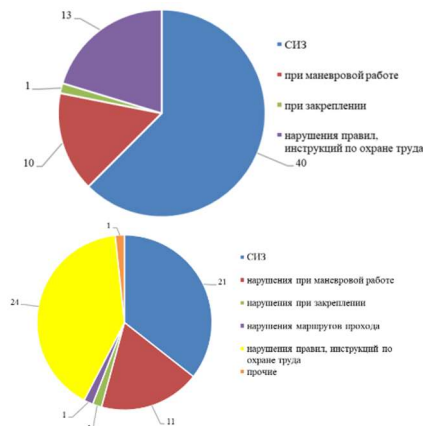


Рисунок 2 – Виды нарушений за IV квартал 2020 года (слева) и 2021 года (справа)

Исходя из приведенных диаграмм можно сделать вывод о том, что за отчетный период большинство нарушений связано с использованием СИЗ и произошло в 2020 году, в пик развития COVID-19 и действующих жестких мер в соответствии с эпидемиологической обстановкой. Нарушение инструкций по охране труда было больше в 2021 году; по маневровым работам в течение двух отчетных периодов — приблизительно одинаково. Количество изъятых талонов №1 за 2020 год – 62, №2 – 2; за 2021 №1 – 58, №2 – 1. Талоны №3 не были изъятые. В итоге к концу 2021 года количество талонов снизилось, но не значительно. Таким образом, необходимо предусмотреть дополнительные меры по профилактике нарушений охраны труда с целью снижения их количества:

- издать приказ о проведении повторных инструктажей с более частой периодичностью (например: ежемесячно в течение одного года);
- в рамках обучения по охране труда сделать акцент на важности соблюдения требований безопасности с целью недопущения нарушений;
- отобразить необходимую информацию на плакатах, стендах в уголке охраны труда, которые будут напоминать о последствиях нарушений.

Таким образом, система предупредительных талонов позволяет контролировать нарушения требований охраны труда работниками ОАО «РЖД» и предусматривает привлечение к ответственности за несоблюдение этих требований. Пандемия оказала значительное

влияние на количество изъятых талонов. Маневровые работы, выполняемые на путях, всегда несли большую опасность, поэтому необходимо более ответственно подходить к их выполнению и соблюдать требования охраны труда.

### **Список литературы**

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 25.02.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022) [Электронный ресурс] — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_34683/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_34683/)
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 28.12.2020 N 2941р «Об утверждении Положения о порядке применения предупредительных талонов по охране труда в ОАО «РЖД».
3. Рекомендации по профилактики новой коронавирусной инфекции (COVID-19) среди работников.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОСИБИРСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА В КАЧЕСТВЕ УКРЫТИЯ**

**К.В. Шаламова**

Сибирский государственный университет водного транспорта  
[e.a.pahomov@nsawt.ru](mailto:e.a.pahomov@nsawt.ru)

*В работе рассмотрена возможность использования станции метрополитена г. Новосибирска в качестве инженерно-технического защитного сооружения (убежища). Приведен пример работы Московского метрополитена, особенности обустройства и систем жизнеобеспечения. Для использования метрополитена в качестве убежища необходим ряд требований, в том числе глубина расположения станции. В Новосибирском метрополитене таким требованиям соответствует одна станция «Сибирская».*

*Ключевые слова: станция метрополитена, убежище, укрытие, защита населения.*

Использование Московского метрополитена в годы Великой Отечественной войны в качестве бомбогазубежища показало высокую эффективность и скорость перепрофилирования станций для защиты мирного населения. Был предпринят ряд мер для обеспечения жизнедеятельности укрываемого населения. На станциях открыли пункты медицинской помощи, провели водопроводы и оборудовали

туалетные комнаты. На платформах размещали множество двухъярусных или обычных кроватей, раскладушки. Для детей организовали ясли и сады, где были воспитатели и нянечки. Для школьников продолжались занятия, а так же на станции «Курская» открыли большую библиотеку.

Строительство Новосибирского метрополитена началось 12 мая 1979 года со станции «Октябрьская» и закончилось в 2010 году станцией «Золотая Нива». Новосибирский метрополитен является метром не глубокого заложения и включает в себя 13 станций.

Самая глубокая станция Новосибирского метрополитена – «Сибирская». Длина и ширина платформы соответственно равны 102 м и 10 м. Площадь – 1020 м<sup>2</sup>. Для одного человека площадь должна составлять не менее 1,5 м<sup>2</sup>. Следовательно можно разместить не более 680 человек.

Для обеспечения водой из расчета 3 литра в сутки на человека потребуется 2040 л. Запасы продуктов питания должны быть рассчитаны минимум на 2 суток, которые могут быть размещены в депо метрополитена вместе со спальными принадлежностями. Размещение медицинского пункта возможно в отделении полиции.

Таким образом, Новосибирский метрополитен на примере станции «Сибирская» может быть использован в качестве укрытия.

### **Список литературы**

1. Широков, Ю. А. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона: учебное пособие / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-8114-3516-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118631>
2. Широков, Ю. А. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона: учебное пособие для спо / Ю. А. Широков. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 488 с. — ISBN 978-5-8114-6463-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/148019>
3. ГОСТ Р 42.4.03-2015. НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. Гражданская оборона. ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ. Классификация. Общие технические требования Civil defense. Civil defense constructions. Дата введения 2016-02-01: <https://docs.cntd.ru/document/1200122706?ysclid=142dskhth8>

## ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КВАДРОЦИКЛОВ КАК СЕЗОННОГО ВИДА ТРАНСПОРТА

В.О. Миллер, М.В. Чечель, А.А. Басалаева  
Сибирский государственный университет путей и сообщения  
[Kaneva253@rambler.ru](mailto:Kaneva253@rambler.ru)

*В данной работе рассматривается вопрос о безопасности использования квадроциклов. Чтобы оценить безопасность использования квадроциклов, в статье приведена классификация транспортных средств данной категории, представлен анализ нормативной документации, регламентирующей использование квадроциклов. Было проанализировано воздействие квадроциклов на окружающую среду.*

*Ключевые слова: квадроцикл, безопасность, травматизм, окружающая среда.*

Последнее десятилетие квадроциклы стали очень популярным сезонным транспортным средством (далее ТС), которое ориентировано для езды по пересечённой местности и не предназначено для передвижения по дорогам общественного пользования. В зависимости от технических характеристик (объем двигателя, масса агрегата, максимальная развиваемая скорость и др.) квадроциклы классифицируются на утилитарные, шоссейные, детские, спортивные и туристические.

Согласно статистике, в последние годы продажи квадроциклов снизились, однако на статистике травматизма в результате дорожно-транспортных происшествий с участием квадроциклов это отразилось незначительно.

Наиболее часто встречающийся сценарий, когда в ДТП попадает квадроцикл с пилотом и одним пассажиром на нем, составляет около 83,5% всех аварий с квадроциклами.

Второй сценарий таких ДТП – это ДТП с квадроциклом, на котором находилось 3 человека и более, составляет 12%.

Третий сценарий – это когда в ДТП попадают два квадроцикла, при этом как минимум на одном из них едет больше одного человека, составляет 4,5%.

Что касается статистики смертельных ДТП с двумя ездоками, то гибель пилота составляет 50%, гибель пассажира – 37% и гибель обоих – 13%.

Из данных статистик можно сделать вывод, что наиболее травмоопасным и смертельным является езда на квадроцикле с пилотом и пассажиром.

С 2022 года согласно Постановления Правительства РФ №796 [1] о правилах допуска к управлению внедорожной техникой, изданного во исполнение указанного ППРФ Приказа Минсельхозпрода РФ №807 [2], для возможности управлять квадроциклом потребуются удостоверение в случае, если объём двигателя агрегата составляет 50 см<sup>3</sup> или более.

С 2017 года действует правило, которое запрещает водителям квадроциклов перевозить людей и детей при наличии стажа вождения любыми средствами передвижения менее двух лет.

К сожалению, помимо вреда человеку, квадроциклы наносят его и окружающей природной среде. Обусловлено это несанкционированным использованием квадроциклов в лесах, лесопарковых зонах и даже в заповедниках. Самый большой вред, который могут принести квадроциклы лесу — это сильное уплотнение почвы. Если почву уплотнить, на ней уже не смогут расти многие лесные растения, а также развиваться полезные для леса микроорганизмы. Под колесами уничтожаются молодые поросли будущих деревьев.

Помимо флоры квадроциклы наносят непоправимый вред и лесной фауне. В земле в лесу могут делать себе норы самые разные лесные животные. Уплотненная же земля становится для них непреодолимой преградой. Громкие же звуки, издаваемые такой техникой, пугают лесных обитателей. В особенности большой вред квадроциклы могут наносить в заповедниках. Ведь в таких местах зачастую проживают редкие животные, занесенные, в том числе и в Красную книгу.

В борьбе за справедливость некоторые защитники природы устанавливают в лесу растяжки на квадроциклистов, в результате чего последние получают серьезные повреждения челюсти и лица, переломы, порезы и другие травмы [3]. Подобные методы борьбы могут оказаться смертельными для любителей езды на самоходных машинах, а виновных скорее всего установить не представится возможным. Поэтому безопаснее всего использовать квадроциклы на территориях, которые специально предназначены для этого.

Во избежание непоправимых и неприятных последствий при использовании квадроциклов следует придерживаться следующих простых правил:

- 1) регистрировать технику в Ростехнадзоре, получить госномера, и обзавестись правами самоходной машины категории А1;
- 2) соблюдать правила дорожного движения на всех категориях дорог;

3) использовать незарегистрированный квадроцикл только на специально отведённых закрытых участках - полигонах;

4) по возможности отказаться от катания в заповедных зонах, лесных массивах и лесопарковых зонах для снижения вредного влияния на окружающую природную среду;

5) не садиться "за руль" квадроцикла в состоянии алкогольного опьянения;

6) соблюдать правила эксплуатации, указанные на конкретную модель ТС, использовать необходимую экипировку;

7) не превышать своих физических возможностей при использовании квадроцикла, использовать только то ТС, которое соответствует физической форме и водительским навыкам управляющего.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ от 12 июля 1999 г. N 796 "Об утверждении Правил допуска к управлению самоходными машинами и выдачи удостоверений тракториста-машиниста (тракториста)" - URL: <https://base.garant.ru/12116290/>?

2. ПРИКАЗ от 29 ноября 1999 года N 807 Об утверждении Инструкции о порядке применения Правил допуска к управлению самоходными машинами и выдачи удостоверений тракториста-машиниста (тракториста) - URL: <https://docs.cntd.ru/document/901754131?ysclid=l42v9ngcftp>

3. Смертельные ловушки на квадроциклистов в Подмоскowie прямо сейчас. Будьте предельно внимательны! - URL: <https://www.drive2.ru/b/604691264176129583/?page=0&>



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АППАРАТОВ  
ОБСЛУЖИВАНИЯ В ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ  
КОНТРЕЙЛЕРНОГО ТЕРМИНАЛА

Д.А. Басманов

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, danil-basmanov@mail.ru

*Для оценки работы реальных систем, изучение которых связано со значительными трудностями и затратами, а также для разрабатываемых систем, у которых нет реального представления, особенно актуальным является применение инструментов имитационного моделирования. В рамках данной статьи осуществляется рационализация работы отдельных аппаратов обслуживания в имитационной модели контрейлерного терминала с применением положений теории массового обслуживания.*

*Ключевые слова: транспорт, контрейлерные перевозки, контрейлерный терминал, имитационное моделирование, AnyLogic*

Технология работы контрейлерного терминала представляет собой многофазную систему массового обслуживания (СМО). Принимается, что время обслуживания на каждом технологическом участке имеет треугольное распределение. Рассматриваемый участок имитационной модели терминала включает следующие технологические линии:

1) проверка на КПП (1 аппарат обслуживания, минимальное время обслуживания  $t_{\min} = 4$  мин, максимальное время обслуживания  $t_{\max} = 8$  мин, наиболее вероятное время обслуживания  $t_{\text{mode}} = 5$  мин, длина очереди  $m = 6$  фур перед КПП + 24 фуры на парковке перед терминалом);

2) проверка габарита погрузки (2 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 1,5$  мин,  $t_{\max} = 3$  мин,  $t_{\text{mode}} = 2$  мин,  $m = 4$  фуры);

4) взвешивания (3 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 0,5$  мин,  $t_{\max} = 1,5$  мин,  $t_{\text{mode}} = 1$  мин,  $m = 4$  фуры);

5) сканирование (4 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 1,5$  мин,  $t_{\max} = 3$  мин,  $t_{\text{mode}} = 2$  мин,  $m = 4$  фуры);

6) досмотр с видеосъемкой для некоторого количества фур (5 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 15$  мин,  $t_{\max} = 25$  мин,  $t_{\text{mode}} = 20$  мин,  $m = 4$  фуры);

7) перестановка полуприцепов терминальными тягачами на фронт погрузки (6 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 4,30$  мин,  $t_{\max} = 7,19$  мин,  $t_{\text{mode}} = 5,64$  мин,  $m = 26$  полуприцепов);

8) размещение полуприцепов на вагонах с помощью козлового крана (7 аппарат обслуживания,  $t_{\min} = 0,45$  мин,  $t_{\max} = 0,73$  мин,  $t_{\text{mode}} = 0,57$  мин,  $m = 4$  полуприцепа) [1, 2].

С использованием инструментария AnyLogic в начале исследования был осуществлен сбор следующих данных: времени постановки фур (полуприцепов) в очереди аппаратов обслуживания, времени начала и времени окончания обслуживания в аппаратах обслуживания. Объем выборки составил 60 фур, результаты определения математического ожидания (МО), среднеквадратического отклонения (СКО), коэффициента вариации времени обслуживания для каждого аппарата обслуживания приведены в таблице 1. Входящий поток поступающих на терминал фур имеет следующие характеристики: МО интервалов между поступлениями – 5,47 мин, СКО – 5,85 мин, интенсивность  $\lambda = 10,97$  фур/час, коэффициент вариации – 1,07.

Таблица 1 — Результаты обработки данных, полученных в процессе работы модели

Характеристики	Аппараты обслуживания						
	1	2	3	4	5	6	7
МО	5,71	2,15	1,03	2,18	20,39	5,64	0,57
СКО	0,90	0,30	0,19	0,35	1,94	0,74	0,06
Коэффициент вариации	0,16	0,14	0,18	0,16	0,10	0,13	0,12

После сбора данных были рассчитаны следующие показатели эффективности работы аппаратов обслуживания: интенсивность выходящего потока  $\mu$ , приведенная интенсивность  $\rho$ , вероятность свободности СМО  $p_0$ , вероятность отказа в обслуживании  $P_{\text{отк}}$ , относительная пропускная способность  $q$ , абсолютная пропускная способность  $A$ , среднее число фур (полуприцепов), стоящих в очереди  $\bar{n}$ , среднее время ожидания фурой (полуприцепом) в очереди  $\bar{t}_{\text{wait}}$  [3].

Интенсивность входящего потока для каждого аппарата обслуживания принималась одинаковой и равной интенсивности поступления фур на терминал. Результаты расчета представленных выше показателей приведены в таблице 2.

Анализируя полученные результаты, следует обратить внимание на 1 и 6 аппараты обслуживания (проверка на КПП и перестановка полуприцепов на фронт погрузки). Полученная приведенная

интенсивность  $\rho$  больше 1. Это означает, что интенсивность входящего потока выше интенсивности выходящего потока. Иными словами, аппараты обслуживания не справляются с заданными объемами.

Таблица 2 — Рассчитанные показатели работы аппаратов обслуживания рассматриваемой системы

Показатели	Аппараты обслуживания						
	1	2	3	4	5	6	7
$\mu$	10,51	27,91	58,25	27,52	2,94	10,64	105,26
$\rho$	1,04	0,39	0,19	0,40	0,68	1,03	0,10
$P_0$	–	0,609	0,812	0,604	0,353	–	0,896
$P_{отк}$	–	0,0057	0,0002	0,006	0,052	–	0,00002
$q$	–	0,9943	0,9998	0,994	0,948	–	0,99998
$A$	–	9,38	10,97	10,90	1,90	–	10,97
$\bar{r}$	–	0,23	0,04	0,24	0,83	–	0,01
$\bar{t}_{wait}$	–	0,02	0,004	0,022	0,41	–	0,001

Возможны два способа решения проблемы:

- 1) снижение времени обслуживания;
- 2) добавление дополнительного канала обслуживания.

Для рассматриваемых аппаратов обслуживания была выбрана вторая мера: оборудование второго проезда на КПП и привлечение дополнительного терминального тягача для перестановки полуприцепов.

Также довольно высокое значение имеет вероятность отказа в обслуживании в 5 аппарате обслуживания (досмотр с видеосъемкой). Для снижения данного показателя возможно увеличение количества фур, находящихся в очереди, с 4 до 9.

Таким образом, в результате расчета и анализа показателей эффективности работы технологических участков в имитационной модели контрейлерного терминала были выявлены следующие лимитирующие аппараты обслуживания: проверка на КПП, досмотр с видеосъемкой, перестановка полуприцепов на фронт погрузки. Меры, направленные на увеличение каналов обслуживания на КПП и в зоне перестановки полуприцепов, позволили системе успешно справляться с заданным объемом поступающих фур, а мера по увеличению числа ожидающих фур в очереди на досмотр заметно сократила вероятность отказа в обслуживании.

## Список литературы

1. Усик В. О. Варианты компоновки терминалов для контроллеров / В. О. Усик, А. Ю. Костенко // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2021. – Т. 1. – С. 106-111.
2. Лимановская О. В. Имитационное моделирование в AnyLogic 7. В 2 ч., ч. 1 : учебное пособие / О.В. Лимановская. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 152 с.
3. Солнышкина И. В. Теория массового обслуживания: учебное пособие / И. В. Солнышкина. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КНАГТУ», 2015. – 76 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИОННЫХ ПЛОЩАДОК С УЧЕТОМ ПЕРСПЕКТИВЫ РОСТА ОБЪЕМОВ МЕСТНОЙ РАБОТЫ

И.П. Бигеза, Е. А. Рачева, А.А. Карасёва

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, karasevaaagdsu@yandex.ru

*В данной статье рассмотрена необходимость и актуальность оценки эффективности резервирования территории под строительство станций с учетом перспективы развития, определены факторы для разработки рационального проекта. На примере углесборочной станции рассмотрены варианты переустройства и их влияние на конфигурацию станционной площадки.*

*Ключевые слова: проект, переустройство, железнодорожная станция, грузовая станция, станционная площадка.*

В практике проектирования объектов железнодорожной инфраструктуры основополагающим является принцип учета перспективы роста объемов работы [1]. Для сокращения расходов и увеличения сроков эксплуатации объектов без переустройства необходимо закладывать резерв перерабатывающей и пропускной способности железнодорожных станций, а также учитывать возможность их развития с минимальными затратами [2].

Переустройство – комплекс работ по изменению схемы и технического оснащения станции с целью адаптации к новым условиям работы. Под переустройством понимают определенный объем реконструктивных мероприятий, который не связан с изменением принципиальной схемы станции.

В настоящее время при разработке проектов промышленных железнодорожных станций, эти принципы не всегда соблюдаются, что приводит к затруднениям при возникновении необходимости развития этих станций [3].

Определяющее значение для разработки рационального проекта имеет выбор площадки для строительства станции. Для ее размещения требуется прямой горизонтальный участок определенной конфигурации, которая будет зависеть от типа схемы, полезной длины путей, конструкции горловин и грузовых пунктов, а также административных и бытовых сооружений на станции.

Размещение этих устройств должно быть таким, чтобы развитие станции не было затруднено. А конфигурация площадки, выделенной под строительство станции, должна учитывать наиболее рациональное их размещение.

На примере углесборочной станции рассмотрены варианты переустройства и их влияние на конфигурацию станционной площадки.

Предварительная проработка вариантов развития станции позволяет предусмотреть наиболее рациональную конструкцию горловин, что позволит сократить длину площадки и ее площадь, и резервировать территорию под строительство. В то время как проекты переустройства существующих станций часто не позволяют реализовать оптимальные решения.

Вопрос о целесообразности резервирования территории под строительство станций с учетом перспективы развития необходимо решать, производя технико-экономические расчеты с учетом затрат на приобретение земельного участка и затрат на переустройство при реализации этапов строительства, а также изменения в эксплуатационных расходах.

### **Список использованных источников**

1. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакулenco, А.К. Головнич и др., - М., 2012. - 1086 с.
2. СП 237.1326000.2015 Инфраструктура железнодорожного транспорта. Общие требования. - М., 2015. - 64 с. То же: [Электронный ресурс] - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124322> [дата доступа 19.04.2022].
3. Принятие проектных решений при разработке схем промежуточных станций. Бигеза И.П., Рачева Е.А., Карасёва А.А. - В сборнике: Интеллектуальный потенциал Сибири. материалы конференции. Под редакцией Соколовой Д.О., 2021. С. 108-111.

## РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА СЛЕДОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

С. В. Богданович, С. А. Бричев, И. С. Гаврин  
Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, gawrinilya@yandex.ru

*В работе рассматривается два возможных варианта следования грузового поезда: основной и альтернативный. Варианты различаются протяженностью, временем следования и числом поездных локомотивов для ведения поезда (основной – один локомотив во главе, альтернативный – применение подталкивания). Сравнение технико-эксплуатационных характеристик двух вариантов маршрутов следования позволит выбрать наиболее эффективный и менее затратный вариант маршрута.*

*Ключевые слова: локомотив-толкач, маршрут, эксплуатационные расходы, перегоны, технические характеристики.*

Увеличение погрузки на железнодорожных станциях приводит к тому, что эксплуатационные характеристики железнодорожных магистралей используются в предельных значениях [1, 2]. Строительство новых магистралей или реконструкция существующих требует значительных капитальных вложений [3, 4]. Поэтому необходимо произвести поиск новых оптимальных маршрутов.

Станция К территориально располагается в К регионе управления З железной дороги. Станция К, как и большинство станций данного региона, имеет примыкания путей необщего пользования, владельцами которых являются угольные месторождения. К угольный бассейн является одним из самых крупных угольных месторождений мира. Основное назначение станции К в эксплуатационной работе – обслуживание ПНОП АО «КПТ».

Основное направление маршрута следования грузовых поездов со станции К – это Восточный полигон через станцию М. На данный момент следование поездов осуществляется через станцию НЗ. Альтернативный маршрут следования со станции К – через станцию Т1. Маршруты следования грузовых поездов представлены на рисунке 1.

Маршрут ст. К – ст. НЗ – ст. М, является круглым маршрутом. Маршрут ст. К – ст. Т1 – ст. М – прямой. Маршруты обслуживаются локомотивами серии ВЛ10У. Из-за руководящего подъема в 0,009 на перегоне ст. К – ст. К2 и ст. К2 – ст. Т1 в четном направлении, со станции

К невозможно отправить грузовые поезда (груженные составы весом более 4200 т) без подталкивающего локомотива, который будет досылаться со станции П, в прямом следовании. Поэтому необходимо произвести технико-экономический расчет альтернативного маршрута и сравнить его с существующим маршрутом.

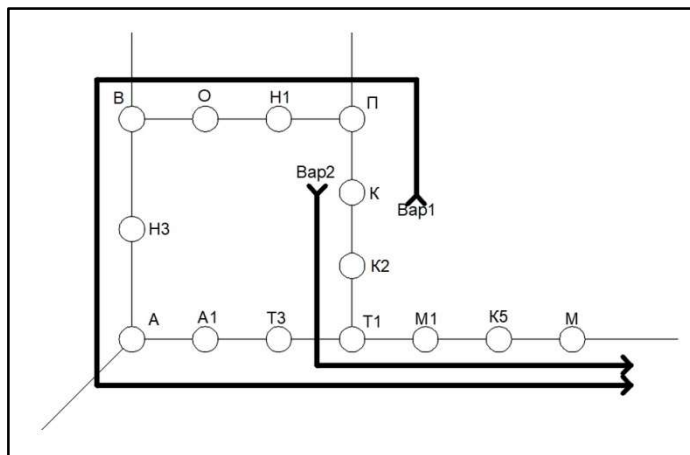


Рисунок 1 – Маршруты грузовых поездов со станции К на станцию М

Технические характеристики двух маршрутов следующие. Общая протяженность маршрута следования ст. К – ст. Н3 – ст. М составляет 99,7 км, чистое время хода (перегонное) – 134 мин. В свою очередь общая протяженность маршрута следования ст. К – ст. Т1– ст. М составляет 56,3 км, чистое время хода (перегонное) – 70 мин. Дополнительно необходимо учесть подсыл подталкивающего локомотива со ст. П (расстояние 10, 5 км). Альтернативный маршрут оказался в 2 раза короче и быстрее существующего.

Далее необходимо произвести сравнительный анализ эксплуатационных расходов и производительности локомотивов. Расчет эксплуатационных расходов производится по формуле

$$\Xi = \sum N_{\text{лок-км}} \cdot e_{\text{лок-км}}, \quad (1)$$

где  $N_{\text{лок-км}}$  – пробег поездного локомотива в составе поездов;  $e_{\text{лок-км}}$  – укрупненная расходная ставка лок-км электровозов рабочего парка ОАО «РЖД» в грузовом движении по региону балансодержателя/сети железных дорог с учетом капитальных ремонтов локомотивов, 52,31 руб

или одиночного следования с учётом амортизации, арендных платежей и капитальных ремонтов локомотивов поездных электровозов парка ОАО «РЖД», 123,24 руб.

Эксплуатационные расходы по существующему маршруту составят:

$$\mathcal{E}_1 = 2 \cdot (99,7 \cdot 52,31) = 5215,3 \text{ р/сут.}$$

Эксплуатационные расходы по альтернативному маршруту составят:

$$\mathcal{E}_2 = 2 \cdot (56,3 \cdot 52,31 + 10,5 \cdot 123,24 \cdot 14,9) = 4781,3 \text{ р/сут.}$$

Производительность локомотивов рассчитывается по формуле

$$W_{\text{лок}} = \frac{\sum nS_{\text{гр}}q_{\text{бр}}}{M}, \quad (2)$$

где  $\sum nS_{\text{гр}}$  – суммарные вагоно-км груженых вагонов;  $q_{\text{бр}}$  – масса вагона брутто, 80 т;  $M$  – число поездных локомотивов.

Производительность локомотива по маршруту ст. К – ст. НЗ – ст. М составит:

$$W_{\text{лок}} = \frac{67 \cdot 99,7 \cdot 80}{1} = 534392 \text{ т – км брутто.}$$

Производительность локомотива по маршруту ст. К – ст. Т1 – ст. М составит:

$$W_{\text{лок}} = \frac{67 \cdot 52,31 \cdot 80}{1} = 280381 \text{ т – км брутто.}$$

Таким образом, проведя технико-экономический расчет двух вариантов маршрута следования грузовых поездов, можно сделать вывод о том, что по эксплуатационным расходам, времени ходу и протяженности маршрута лучшим оказался альтернативный вариант следования ст. К – ст. Т1 – ст. М. По производительности локомотива лучшим является вариант маршрута ст. К – ст. НЗ – ст. М.

При выборе альтернативного варианта маршрута следования грузового поезда необходимо учесть подсылку локомотива-толкача и организовать его максимальное использование по станции Т1.



## Список литературы

1. Бородин А.Ф. Влияние развития инфраструктуры и взаимодействия магистрального и промышленного железнодорожного транспорта на эффективность управления вагонопотоками // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». - 2016. - №3. - С. 41–51.
2. Богданович С.В. Эффективность применения «жестких» ниток для грузовой станции // Фёдор Петрович Кочнев – выдающийся организатор транспортного образования и науки в России: Труды Междунар. науч.-практ. конф. – М.: РУТ (МИИТ), 2021. – С. 60-66.
3. Akimov, S. Stability of the Supporting Subgrade on the Tracks with Heavy Train Movement / S. Akimov, S. Kosenko, S. Bogdanovich // Advances in Intelligent Systems and Computing, VIII International Scientific Siberian Transport Forum TransSiberia. Volume 2 Volume 1116 (2020). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37919-3>. – 2020. – Pp. 228-236.
4. Kosenko, S. Technology of rail replacement at end stresses / S. Kosenko, S. Akimov, P. Surovin // MATEC Web of Conferences. – 2018. – № 216. – Pp. 1–8. <https://doi.org/10.1051/matecconf/201821601002>.

## АНАЛИЗ ЗАГРУЖЕННОСТИ АВТОДОРОЖНОЙ СЕТИ Г. Н

Е.А. Водневская

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, [katy.Vod@yandex.ru](mailto:katy.Vod@yandex.ru)

*Статья посвящена особенностям транспортной доступности города Н. Выявлены и рассмотрены основные проблемы дорожной сети и обозначены причины их образования. Приведен краткий анализ мероприятий, направленных на обеспечение транспортной доступности города.*

*Ключевые слова: транспортная доступность, перегруженность дорог, территориальное планирование, транспортное планирование, автоматизированная система*

Современный уровень развития транспортно-логистического сервиса обеспечивает реализацию потребностей людей во многих сферах их деятельности. Учитывая достаточно сильное продвижение в технических, информационных, экономических и т.д. аспектах человеческой жизни, решение любого рода проблем должно быть

комплексным и незамедлительным. Однако, это не совсем так, поскольку современный мир обрел новые проблемы.

Новосибирск является городом-миллионником, на территории которого проживает 1 миллион 621 тысяча человек [1]. Статистика загруженности дорог представлена в таблице 1.

В 2020 году был опубликован годовой рейтинг занятости автодорог. Рейтинг составила Нидерландская компания TomTom [2]. Н впервые вошел в десятку рейтинга, заняв в нем девятое место, опередив Бангкок и Токио, учитывая, что численность Бангкока превосходит по численности Новосибирск в 3,5 раза, а Токио – в 8,5 раз.

Сейчас в столице Японии зарегистрировано около 5,5 миллионов машин, а в Новосибирске 1,2 миллионов машин, но при этом столица Японии все равно имеет более разгруженную транспортную сеть.

В Японии применяются следующие принципы:

1. Развитое автодорожное строительство. В Н. протяженность дорог составляет от 3 до 4 тысяч км, а Токио в свою очередь эта цифра достигает 30 тысяч км.

2. Многоэтажные дороги. Места для широких магистралей не было, поэтому придумали, дороги в несколько уровней (до 5-ти).

3. Скоростные магистрали. Через весь город проходит сеть скоростных платных магистралей.

*Таблица 1 – Характеристика суточного движения на дорогах г. Н*

Наименование элемента УДС	Мин. скорость в час пик, км/ч	Интенсивность, авто/час	Пропускная способность, авто/час	Коэффициент загрузки, %
Площадь Инженера Будагова	3	7743	6900	112
Димитровский мост	10	4300	4500	96
Ул. Большевикская	3	3407	3100	110
Ул. Фабричная	3	2135	2350	91
Ул. Владимировская	5	2290	2100	109
Ул. Станционная	10	1932	2350	82
Ул. Ипподромская	10	3105	3600	86
Площадь Труда	5	2620	2300	114
Ул. Ватугина	7	1900	2350	81
Октябрьский мост	7	4606	4750	97
Ул. Восход	7	2349	2350	100
Красный Проспект	15	1923	3000	64
Ул. Нарымская	7	2970	3500	85
Ул. Дуси Ковальчук	10	1741	2350	74

4. Постоянный контроль и высокий уровень автоматизации. Система регулирует длительность светофоров и установление скоростного режима.

5. Ограничение для водителей и удобство общественного транспорта.

Нельзя сказать, что проблему пробок в Токио решили полностью. Тем не менее, власти японской столицы достигли значительного прогресса и их примеру, может последовать и Россия.

Изучив статистику загруженности дорог и планировку города, были выделены несколько существенных недостатков транспортного планирования. В первую очередь стоит отметить, что территориальное планирование города не всегда соответствует транспортному планированию. В Н эти два понятия часто считают взаимозаменяемыми. Центр города в территориальном плане выделяют как центр деловой активности [4;6], упуская тот момент, что помимо офисных зданий там располагаются и жилые дома. Городской транспорт тоже нередко искусственно создает повышенную загруженность дорог. Так доступных вариантов видов транспорта должно быть много, но возникает иная проблема, неэффективной планировкой городской среды. Также многие люди не могут себе позволить недвижимость по линии метро, и покупают квартиры в отдаленных районах города, а на работу из этих районов едут в центр. Тем самым из множества микрорайонов транспортные потоки стекаются в одну главную дорогу города.

Ко всем выше перечисленным проблемам добавляется плохое состояние дорожного покрытия и отсутствие автоматизированной системы дорожного движения.

Все это можно решить с помощью инвестирования, но, следуя официальным открытым статистическим данным [1], образуется следующая проблема: недостаточность финансовых потоков.

Чтобы оценить транспортный эффект разгрузки, выделим небольшой участок города, например, где проходит улица Большевикская, плавно переходящая в Бердское шоссе.

Рассчитаем пропускную способность одной полосы этой дороги в настоящее время, по следующим формулам [3]:

$$Q = 3,6 \times V \times P; \quad (1)$$

$$P = \frac{1000}{(d+1)}. \quad (2)$$

где  $V$  – скорость автомобиля, м/сек;

$P$  – плотность потока автомобилей, авто/км;

$l$  – усредненная длина автомобиля (среди легковых и грузовых) м;

$d$  – дистанция между автомобилями, м.

$$P = \frac{1000}{30+5} = 28,57 \text{ авто/км.}$$

$$Q = 3,6 \times 16,67 \times 28,57 = 1714,54 \text{ авто/час}$$

Таким образом, пропускная способность одной полосы данного участка составляет 1714,54 авто/час, а пропускная способность всей дороги должна составлять 6858,16 авто/час. На деле все иначе пропускная способность составляет всего 3100 авто/час. Это связано с тем, что плохо оборудованы подъезды к этой улице, строительство нового моста, ведение в эксплуатацию новой эстакады и т.д. Добавив еще один уровень с таким же количеством полос, получим пропускную способность, которая должна составлять 13716,32 авто/час.

Все вышеперечисленные проблемы сильно сказываются на транспортной доступности города, ухудшают качество жизни горожан и экономику города, туристическую востребованность. Это происходит со многими городами страны. Много локальных проблем, достаточное количество исторически сложных нюансов для разрешения транспортных связей, но принимая это всё в контексте устойчивого функционального развития города и экономического благополучия можно достичь главного – повысить привлекательность и доступность столицы Сибири.

### **Список литературы**

1. С сайта: Официальный сайт города Н: [Электронный ресурс]. – URL: [kprti.pdf\(novo-sibirsk.ru\)](http://kprti.pdf(novo-sibirsk.ru)) (дата обращения: 23.03.2022);
2. С сайта: ТОМТОМ [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.tomtom.com/en\\_gb/traffic-index/ranking/](https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/) (дата обращения: 22.04.2022);
3. Трофименко, Ю. В. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов: монография / Ю. В. Трофименко, М. Р. Якимов. – Москва : Логос, 2013. – 464 с.;
4. С сайта: Министерство транспорта и дорожного хозяйства Н обл.: [Электронный ресурс]. – URL: <http://mintrans.nso.ru/page/1669> (дата обращения: 25.04.2022);
5. С сайта: Анализ загруженности дорог [Электронный ресурс]. – URL: <https://probki-nsk.ru/> (дата обращения: 11.03.2022);
6. Попова, Н. Б. Районообразующая функция транспорта в формировании t хозяйственного потенциала Н области и Сибирского региона / Н. Б. Попова, А. В. Дмитренко // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – № 2 (53). – 2020.

## АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИСЧИСЛЕНИЯ СРОКОВ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРОВ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ТРАНСПОРТА В МЕЖДУНАРОДНОМ СООБЩЕНИИ

В.А. Гладунов, Е.М. Бондаренко

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, gladunov.vadim@mail.ru

*В статье рассмотрена методика расчёта сроков доставки контейнеров из Шан в Нов с применением различных технологий перевозочного процесса. На основании полученных значений определены оптимальные по данному параметру логистические цепи поставок контейнеров из Китая в Западную Сибирь, даны рекомендации по снижению сроков доставки продукции по исследуемым направлениям. Ключевые слова: транспортная логистика, срок доставки груза.*

Одним из важных параметров для клиента при грузоперевозках из Китая в Россию является срок доставки продукции. Для того, чтобы планировать деятельность предприятия, оказывать услуги по обеспечению населения продуктами народного потребления, необходимо как можно более точно определять сроки доставки продукции. Срок доставки груза в международном сообщении определяется по формуле 1:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{жд}} + T_{\text{мор}}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{жд}}$  – срок доставки груза железнодорожным транспортом, сут;  
 $T_{\text{мор}}$  – срок доставки груза морским транспортом, сут.

Нормативный срок доставки груза железнодорожным транспортом определяется по формуле 2:

$$T_{\text{жд}} = t_{\text{н-к}} + \frac{l_{\text{жд}}}{S} + t_{\text{доп}}^{\text{жд}}, \quad (2)$$

где  $t_{\text{н-к}}$  – время на выполнение начальных и конечных операций (отправление и прибытие грузов), сут;

$l_{\text{жд}}$  – дальность перевозки железнодорожным транспортом (сухопутное плечо перевозки), км;

$S$  – норма суточного пробега вагона, км;

$t_{\text{доп}}^{\text{жд}}$  – время на осуществление дополнительных операций, сут.

Железнодорожная перевозка контейнеров по исследуемым направлениям может осуществляться в составе как грузовых, так и контейнерных поездов.

Срок доставки груза морским транспортом определяется по формуле 3:

$$T_{\text{мор}} = \frac{l_{\text{м}}}{v_{\text{ком}}}, \quad (3)$$

где  $l_{\text{м}}$  – дальность перевозки морским транспортом (морское плечо перевозки), миль;

$v_{\text{ком}}$  – коммерческая скорость перевозки, миль/сут.

Коммерческая скорость определяется по формуле 4:

$$v_{\text{ком}} = \frac{l_{\text{м}}}{\frac{l_{\text{м}}}{v_{\text{суд}}} + \frac{\alpha \times D}{M_{\text{погр}}} + \frac{\alpha \times D}{M_{\text{выгр}}} + t_{\text{доп}}^{\text{м}}}, \quad (4)$$

где  $v_{\text{суд}}$  – эксплуатационная скорость судов, миль/сут;

$\alpha$  – коэффициент использования грузоподъемности морского судна;

$D$  – грузоподъемность судна, конт;

$M_{\text{погр}}$  и  $M_{\text{выгр}}$  – среднесуточная норма грузовых работ в порту отправления и назначения соответственно, конт/сут;

$t_{\text{доп}}^{\text{м}}$  – время на осуществление дополнительных операций, сут.

Среднесуточная норма грузовых работ в портах отправления и прибытия определяется по формуле 5:

$$M_{\text{погр,выгр}} = \frac{K}{2 \times 30}, \quad (5)$$

где  $K$  – месячный контейнерооборот порта, конт/мес;

2 – значение, учитывающее погрузку и выгрузку (экспорт и импорт) контейнеров в порте;

30 – число дней в месяце.

На рисунках 1 и 2 представлены сроки доставки контейнеров из Шан. в Нов. при организации различных технологий перевозочного процесса.

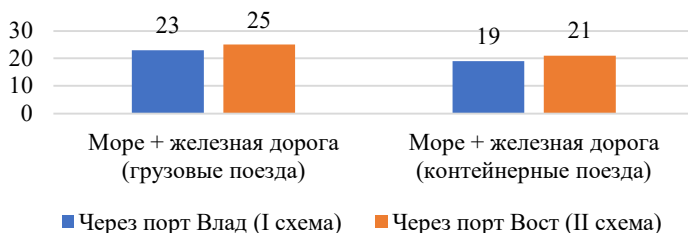


Рисунок 1 – Сроки доставки контейнеров из Шан в Нов при организации смешанной перевозки с участием морского и железнодорожного транспорта



Рисунок 2 – Сроки доставки контейнеров из Шан в Нов при организации прямой железнодорожной доставки

Анализируя данные рисунка 1, можно сделать вывод, что перевозка через порт Влад (I схема) менее затратная по времени чем через порт Вост (II схема). При включении контейнеров в грузовые поезда экономия времени при отправлении из порта Влад составляет 2 суток, при включении в контейнерные поезда – 2 суток.

Анализируя данные рисунка 2, можно заметить, что сроки доставки по схемам III и IV при перевозке контейнеров в контейнерных поездах составляют одинаковое значение – 14 суток. Данные схемы являются самыми оптимальными из исследуемых.

Сравнивая смешанные перевозки через дальневосточные порты России и прямые железнодорожные доставки через международные погранпереходы Науш и Заб, можно сказать, что прямая перевозка имеет значительное преимущество перед смешанной: 14 суток против 19 суток.

Для уменьшения сроков доставки товаров от продавца к потребителю необходимо развивать техническое оснащение портов, железнодорожных станций, вагонный парк, морские суда, а также нормативно-правовую базу [3].

## Список литературы

1. Официальный сайт компании ОАО «РЖД». [Электронный ресурс]. – URL: <https://company.rzd.ru/> (дата обращения: 03.05.2022).
2. Информационное агентство РЖД-ПАРТНЕР.РУ. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/> (дата обращения: 02.05.2022).
3. Бондаренко, Е. М. «Контейнерный кризис»: причины и пути решения проблемы / Е. М. Бондаренко, В. А. Гладунов // Глобальные проблемы научной цивилизации, пути совершенствования : Материалы XV Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Ставрополь, 28 февраля 2022 года. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «Ставропольское издательство «Параграф», 2022. – С. 448-451.

## АКТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПОТОКАХ

А.С. Диденко

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, anastasiya7\_@mail.ru

*Логистика занимает одну из главных позиций в транспортировке грузов, но ошибочно считать, что логистика относится к перевозочному процессу. Логистика прямо или косвенно влияет на каждого через внешнюю и внутреннюю торговлю. В данной статье рассматриваются основные факторы, которые влияют на изменение логистических потоков, а так же конкретные примеры из реальной жизни, из-за которых изменились те или иные потоки. Помимо этого в статье представлены какие последствия от того или иного фактора может повлечь за собой страна и мир в целом. Логистика не является постоянной, она всегда меняется. На неё влияют множества факторов начиная от природных заканчивая политикой между странами.*

*Ключевые слова: логистический поток, изменение, последствия, факторы, потери.*

«В условиях конкуренции, при взаимодействии бизнеса и власти, образуются логистические потоки различных форм сотрудничества в рамках единой логистической сети». [1]

Что может повлиять на изменение логистического потока? Рассмотрим следующие факторы и их примеры.



- Политика.

В истории много примеров того, как политика влияет на разные сферы жизни. Сферу транспорта политика тоже не обошла стороной. Раньше все грузы шли через порты Прибалтики. Сейчас логистические потоки переориентированы в большей части на российские порты. [3]

- Непредвиденные обстоятельства.

Нельзя отрицать то, что всемирная пандемия очень сильно повлияла на весь наш мир. Изменения на развитие и перспективы существования повлияли и на логистические и транспортные компания. «Так, поставка в октябре 2020 года в порты Дальнего востока из Шанхая для одного 40 футового контейнера стоило 2,7 тыс. долларов, в конце декабря — уже 11 тыс., а в январе уже 13,2 тыс. Последствием этого стало рост цен на электронику и бытовую технику в первой половине 2021 г.» Единственный сектор логистики, который показал уверенный рост в пандемию — это рынок экспресс-доставки. [2]

- Последствия техногенного и природного характера

4 июня 1989 г. произошла крупнейшая железнодорожная катастрофа. На границе Челябинской области и Башкирии взорвался трубопровод. «В этот же самый момент в 900 метрах от места происшествия по Транссибирской магистрали проходили в противоположных направлениях сразу два поезда. В 01:14 по местному времени в момент встречи двух пассажирских поездов на перегоне между остановочными пунктами прогремел мощный объёмный взрыв газа и вспыхнул гигантский пожар.» Впоследствии этого теперь на этом перегоне (несмотря на то, что он двухпутный) может находиться только один поезд. [4]

- Экономика страны

Как правило, "слабая" национальная валюта стимулирует экспорт: вывозимые за рубеж товары выигрывают по цене, а импортные, наоборот, становятся дороже и теряют конкурентоспособность на внутреннем рынке. Некоторые государства искусственно создают условия для снижения курса национальной валюты, чтобы стимулировать экспорт. Так, США неоднократно обвиняли Китай в использовании этой политики, что позволило последнему стать одним из крупнейших мировых поставщиков.

А какие же бывают потери при смене логистического потока?

- Изменение вида использованного транспорта

До марта 2020 года 80% направлений обслуживалось авиационным транспортом, и лишь 20% – наземным. Сейчас же авиационный транспорт используется преимущественно для доставки грузов и пассажиров в те города, куда доставка на наземном транспорте либо

невозможна, либо занимает слишком много времени. Примером могут послужить города Сибири и Дальнего Востока.

- Увеличение затрат на перевозку

«Средняя ставка выросла на 9,2% без НДС и на 9,8% с учетом налога. Значит, спрос превышает предложение, а стоимость перевозок возрастает». [5]

- Смена потока может привести к упадку или к развитию экономики страны.

По оценкам экспертов, только в России убытки транспортного сектора на начало мая 2020 превышают 230 млрд руб. В тяжелой ситуации оказались железнодорожные операторы, стивидоры и автотранспортные компании.

- Развитие транспортной инфраструктуры

Сейчас после присоединения Крыма к России удивляет развитие инфраструктура при подъезде к проливу. Огромные электрические подстанции, сложные железнодорожные и автомобильные развязки, благоустройство территории вокруг трассы, многочисленные надземные пешеходные переходы через трассу.

Таким образом, можно отметить, что логистическая система не является самодостаточной, большое влияние на неё оказывают внутренние и внешние факторы.

### **Список литературы:**

1. Хаиров Б.Г. Логистические потоки. Взаимодействие власти и бизнеса // Российское предпринимательство. 2013. №7. С. 18-24.;
2. Как Covid-19 повлиял на рынок грузоперевозок // URL: [http://hl.company/news/kak\\_covid\\_19\\_povliyal\\_na\\_ryinok\\_gruzoperevozok\\_i\\_skladskoj\\_logistiki](http://hl.company/news/kak_covid_19_povliyal_na_ryinok_gruzoperevozok_i_skladskoj_logistiki) (дата обращения 6.10.2021);
3. Н. Лобанов, А. Ребров. Безопасность грузоперевозок. Особенности организации обеспечения безопасности при экспедировании грузов в логистических компаниях // URL: <https://www.lobanov-logist.ru/library/344/58808/> (дата обращения 8.10.2021).
4. 30 лет самой страшной железнодорожной катастрофе: вспоминаем трагедию, в которой погибли 130 омичей // URL: <https://ngs55.ru/text/incidents/2019/06/03/66109192/> (дата обращения 11.10.2021).
5. Почему растут тарифы на грузоперевозку? Как изменились спрос и предложение в 2021 году? // URL: <https://www.monitoring-auto.ru/blog/2021/04/pochemu-rastet-tarify-na-gruzoperevozku-kak-izmenilis-spros-i-predlozhenie-v-2021-godu/> (дата обращения 11.10.2021)

## ОПТИМИЗАЦИЯ СХЕМ РАБОТЫ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД ПРИ ОБРАЩЕНИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ ДЛЯ ХОДА Т

А.В. Долбня, Е.В. Климова

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, avwork44@gmail.com

*В статье представлены результаты поиска оптимальной схемы работы локомотивных бригад при обслуживании объединенных контейнерных поездов в пределах железной дороги З. Рассмотрены 4 альтернативных варианта и определены поездо-часы и контингент локомотивных бригад, приходящихся на одну пару поездов.*

*Ключевые слова: объединенные поезда, контейнерные поезда, локомотивные бригады, поездо-часы, контингент бригад.*

В рамках долгосрочной программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года предусмотрено увеличение роста объемов транзитных перевозок контейнеров в 4 раза, а также сокращение времени перевозки контейнеров железнодорожным транспортом [1].

Целью данного исследования является оптимизация схем работы локомотивных бригад при обращении объединенных контейнерных поездов для хода Т в пределах железной дороги З.

Объектом исследования является железнодорожный участок М2 – Н1, предметом исследования – технология организации продвижения поездопотоков объединенных контейнерных поездов.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) рассмотреть существующую схему работы локомотивных бригад;
- 2) предложить альтернативные варианты схемы работы локомотивных бригад;
- 3) определить оптимальный вариант схемы обращения локомотивных бригад.

Полигон обращения объединенных контейнерных поездов в пределах железной дороги З: М2 – И1 – М1 – Н1, протяженностью 1153 км, включает 63 отдельных пункта. Грузовое движение обслуживается корпоративным парком электровозов постоянного тока серии 2ЭС6 и ВЛ10. Локомотивные бригады приписаны к депо О1, Б1, Н1, Т2.

В узле Н располагаются два параллельных хода: через пассажирскую станцию Н2 и через сортировочную станцию И1.

Существующий вариант: И-М1-Б1-И1-Т2-М2, в котором смена локомотивных бригад предусматривается по четырем станциям М1, Б1, И1, Т2 (см. рисунок 1). При этом станции И и М2 располагаются в границах соседних железных дорог.

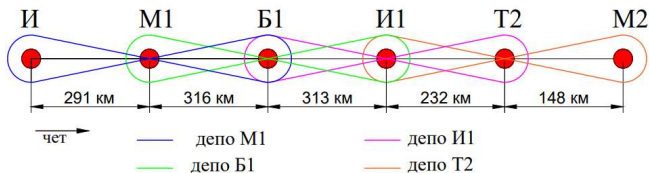


Рисунок 1 — Существующая схема работы локомотивных бригад

Существующая схема не обеспечивает быстрое продвижение объединенных контейнерных поездов на рассматриваемом полигоне, поэтому принято решение о разработке альтернативных вариантов обращения локомотивных бригад на полигоне М2 – Н1.

Первый вариант: И – Б1 – Т2 – М2, в котором смена локомотивных бригад предусматривается по двум станциям Б1 и Т2 (см. рисунок 2). На участке Т2 – М2 бригада работает на коротком плече. Данная схема позволяет пропускать объединенные контейнерные поезда через пассажирскую станцию Н2 транзитом и высвободить сортировочную станцию И1 от работы с объединенными контейнерными поездами.

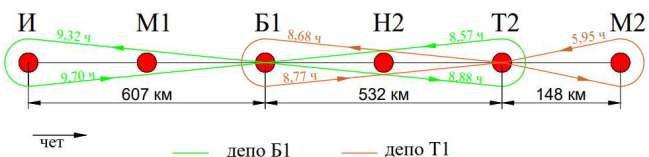


Рисунок 2 — Вариант 1 (И-Б1-Т2-М2)

Второй вариант: И – М1 – И2 – М2, в котором смена бригад предусматривается по станциям Б1 и И2 (см. рисунок 3). Данный вариант менее предпочтителен, т.к. приведет к дополнительному увеличению загрузки сортировочной станции И2.

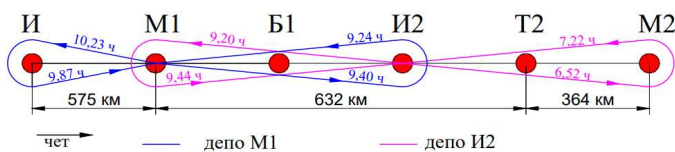


Рисунок 3 — Вариант 2 (И-М1-И2-М2)

Третий вариант: И – М1 – О1 – М2, в котором смены локомотивных бригад предусматривается по станциям М1 и О1 (см. рисунок 4). Данная схема позволяет пропускать объединенные контейнерные поезда через пассажирскую станцию Н2 транзитом, однако недостатком является то,

что пункт смены бригад на станции О1 отсутствует, бригада затрачивает 65 минут на следование со станции И2 на автотранспорте.

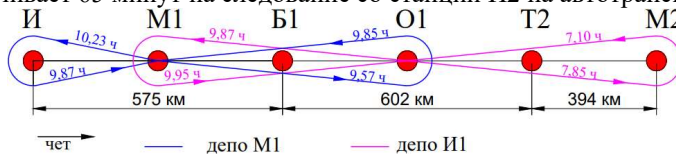


Рисунок 3 – Вариант 3 (И – М1 – О1 – М2)

Четвертый вариант предполагает следование через те же станции, что и в варианте №3, но предусматривает организацию пункта смены локомотивных бригад по станции О1, что позволит сократить время на доставку локомотивных бригад со станции И1 (см. рисунок 4).

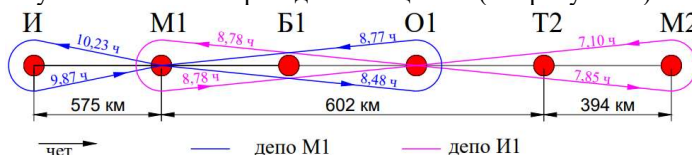


Рисунок 4 – Вариант 4 (И – М1 – О1 – М2)

Сравнение указанных вариантов (см. таблицу 1), позволяет сделать вывод, что наиболее оптимальным является вариант №4 (И – Б1 – Т2 – М2), обеспечивающий наименьшие затраты поездо-часов и наименьшее число локомотивных бригад, приходящихся на 1 пару поездов.

Таблица 1 – Сравнение вариантов

Вариант	Явочный контингент локомотивных бригад на 1 пару поездов, бригад	Затраты поездо-ч по направлениям, поезд-ч		
		нечет	чет	всего
Вариант 1	10,25	18,48	18,50	36,98
Вариант 2	10,11	18,47	18,55	37,02
Вариант 3	10,47	18,25	18,27	36,52
Вариант 4	9,67			
Существующий	11,76	19,47	19,52	38,99

## Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 № 466р «Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года». – URL: <https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=1359>
2. Жарикова, Л.С. Техническое нормирование эксплуатационной работы железной дороги: уч.- мет. пособие / Л.С. Жарикова, Е.В. Климова, Ю.А. Танайно и др. – Новосибирск: СГУПС, 2017. – 96 с.
3. Ковалев, В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: в 2 т.: учеб. для вузов ж.-д. трансп. / В. И. Ковалев [и др.]. – М., Т. 2: Управление движением. – 2011. – 431 с.

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТРАНСПОРТНО –  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ЦЕМЕНТА  
ПОТРЕБИТЕЛЯМ ХАНТЫ – МАНСЬИЙСКОГО АВТОНОМНОГО  
ОКРУГА

Т.В. Ермоленко, Е.С. Кадникова,  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет водного  
транспорта», Kadnikova.e@mail.ru

*Рассмотрены транспортно-технологические схемы доставки цемента в Ханты-Мансийский автономный округ. Предложены 4 варианта транспортно-технологических схем доставки цемента с участием трех видов транспорта. Для каждого варианта доставки был определен состав операций, выполнены технологические расчеты, рассчитана себестоимость доставки. Сделан вывод о рациональной транспортно-технологической схеме доставки цемента потребителям Ханты-Мансийского автономного округа.*

*Ключевые слова: доставка, виды транспорта, транспортная система, технологическая операция*

Постоянно развивающийся нефтегазовый комплекс и объекты производственной инфраструктуры Ханты-Мансийского автономного округа нуждаются в большом количестве строительных материалов. Данное обстоятельство обуславливает актуальность заявленной темы. Целью данного исследования является технико-экономическое обоснование рациональной транспортно-технической схемы доставки цемента потребителям Ханты-Мансийского автономного округа.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. изучить особенности транспортного обслуживания Ханты-Мансийского автономного округа;
2. выделить основные тенденции возникновения и развития транспортно-технологических схем;
3. ознакомиться с научными подходами и принципами функционирования транспортно-технологических схем;
4. определить методику технико-экономического обоснования целесообразности транспортно-технологических схем;
5. сформировать информационную базу технико-экономического обоснования;
6. обосновать рациональную транспортно-технологическую схему доставки грузов.

Объектом исследования является транспортно-технологические системы доставки грузов потребителям Ханты-Мансийского автономного округа.

Предметом исследования являются научные подходы и методы технико-экономического обоснования организации транспортно-технологических систем доставки грузов с участием водного транспорта.

Преимущества речного транспорта заключаются в его большой пропускной способности на глубоководных реках, относительно низкой себестоимости перевозок и небольших капиталовложениях [3]. Сергинский речной порт является главным логистическим центром для поставок нефти и добычи газа в западной части Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономного округа.

В настоящее время цемент в регион поступает главным образом от двух производителей: ОАО «Искитимцемент» г. Искитим, Новосибирская область и ООО «Топкинский цементный завод», г. Топки, Кемеровская область. Рассмотрим следующие варианты схем доставки:

1 вариант. Поставщик - Чернореченский цементный завод. ОАО «Искитимцемент» г. Искитим, Новосибирская область, с годовым объемом производства до 1,6 млн. тонн [2]. Произведенный цемент будет транспортироваться в мягких специализированных контейнерах типа МКР-1,0С грузоподъемностью 1 т. Автотранспорт с грузом следует до Томского речного порта (расстояние перевозки 320 км). В порту производится выгрузка цемента после чего он хранится на складе до момента погрузки его в речные суда проекта 81110, которые формируются в маршруты и следуют водным путем до порта Сергино (расстояние перевозки по водному пути 2370 км). В речном порту груз выгружают порталным краном «Альбатрос» 10/20-32/16-10,5 с помощью полуавтоматических крановых захватов на открытый склад.

2 вариант. Вариант аналогичен первому, но цемент по водному пути транспортируется составами, состоящими из буксирного судна проекта 911Л мощностью 450 л.с. и двух несамоходных барж-площадок проекта 942 грузоподъемностью 1000 т.

3 вариант. Поставщик - ООО «Топкинский цементный завод», г. Топки, Кемеровская область, с годовым объемом производства более 2-х млн. тонн [3]. цемент будет транспортироваться в мягких специализированных контейнерах типа МКР-1,0С, грузоподъемностью 1 т. Первой операцией в месте производства будет хранение цемента в спецконтейнерах на открытом складе, далее идет погрузка в

полувагоны со склада козловым краном с помощью грузовых строп. Полувагоны формируются в маршруты и следуют до Томского речного порта, который имеет подъездные железнодорожные пути (расстояние перевозки 279 км). В порту производится выгрузка цемента портальными кранами на причал порта. Цемент хранится на складе до момента погрузки его в речные суда. С подходом судов под погрузку цемент портальным краном с помощью полуавтоматических крановых захватов грузятся на грузовые теплоходы-площадки проекта 81110, которые формируются в маршруты и следуют водным путем до Сергинского речного порта (расстояние перевозки по водному пути 2370 км). В речном порту груз выгружают портальным краном «Альбатрос» 10/20- 32/16-10,5 с помощью полуавтоматических крановых захватов на открытый склад.

4 вариант. Вариант аналогичен третьему, но цемент по водному пути транспортируется составами, состоящими из буксирного судна проекта 911Л мощностью 450 л.с. и двух несамоходных барж-площадок проекта 942 грузоподъемностью 1000 т.

Для определения удельных затрат по доставке груза, рассматриваемые схемы были разбиты на пять последовательно выполняемых взаимоувязанных этапов:

1 этап – хранение на складе изготовителя, погрузка на железнодорожный транспорт;

2 этап – перевозка железнодорожным транспортом до Сергинского речного порта;

3 этап – перевалка на водный транспорт в Сергинском речном порту;

4 этап – перевозка водным транспортом до порта назначения;

5 этап – выгрузка в порту назначения.

Для каждого этапа был определен состав технических операций, выполнено нормирование расходов, связанных с реализацией данных операций.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что рациональным вариантом транспортно-технологической схемы доставки цемента потребителям Ханты-Мансийского автономного округа является вариант, согласно которому груз из города Топки по железной дороге транспортируется в Томск, где осуществляется его перевалка на водный транспорт (буксирный состав 911Л+2х942), и по водным путям осуществляется доставка в пункт назначения Сергино на склад потребителя. Себестоимость доставки в данном варианте на 66,0% ниже, чем при доставке из Искитима, и составит 4014,75 руб./т.



## Список литературы

1. ОАО «Искитимцемент» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.isksem.ru>
2. ООО «Топкинский цемент» [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.topkinsky.sibcem.ru>
3. Попов, В. Н. История формирования тарифов на речном транспорте / В. Н. Попов, Е. С. Жендарева // Научные дискуссии в эпоху глобализации и цифровизации: отечественный и зарубежный опыт : Материалы XXXVII Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 06 октября 2021 года. – Ростов-на-Дону: ООО "Издательство ВВМ", 2021. – С. 130-133. – EDN TTEHRD.

## ТЕНДЕНЦИИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ

Е.С. Золотарев, И.Н. Кагадий

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, Egor.zolotgi@inbox.ru

*В статье выявлена потребность в расширении контейнерного парка транспортных компаний России. Представлены основные предпосылки роста международного контейнерного транзита по территории России с учетом тенденций развития международной торговли между странами азиатско-тихоокеанского региона в части повышения государственного участия и обеспечения информационно-методического сопровождения организации контейнерного производства.*

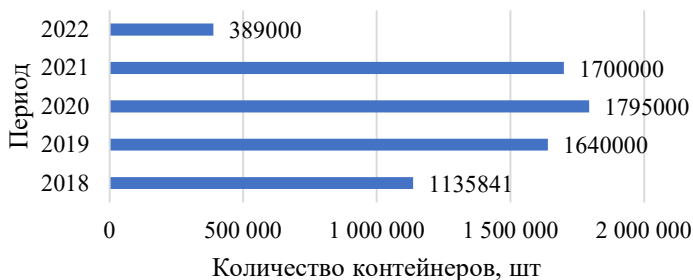
*Ключевые слова: крупнотоннажные контейнеры, транспортные компании, цепи поставок, транспортная логистика, оператор контейнерных перевозок*

Динамика современных процессов глобализации рыночных отношений, усложнение структуры и направлений грузопотоков продемонстрировали необходимость в инновационном развитии транспортной системы России, в частности в области перевозок грузов в контейнерах. По мнению отечественных экспертов в сфере транспорта уровень контейнеризации в четыре раза отстает от европейских и азиатских стран, но при этом имея высокий социально-экономический и инфраструктурный потенциал к развитию данного направления [1].

Одним из основных достоинств использования контейнеров для перевозки грузов считается возможность быстрой их перегрузки на различные виды транспортных средств, а также унификация и стандартизация формы и содержания таких грузовых модулей. Мультиmodalность обеспечивает достаточно высокую скорость выполнения грузовых операций и сохранность перегружаемого груза, что косвенно влияет на снижение себестоимости погрузо-разгрузочных работ в целом.

В России есть два крупных отечественных перевозчика: Fesco и «Трансконтейнер». Fesco возит грузы из Азии через Дальний Восток по морским и железнодорожным путям, у нее в распоряжении 62,5 тысячи контейнеров и 21 судно. «Трансконтейнер» также возит грузы морем и по железной дороге, имея в обращении порядка 100 тысяч контейнеров [2].

Уход основных контейнерных операторов достаточно усложнил процесс перевозок. По оценке транспортных аналитиков, за 2020 и 2021 гг. в перевозках по России было задействовано свыше 1,7 млн универсальных контейнеров, из них только 250 тысяч контролировалось российскими операторами. Сравнение по годам приведено на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Количество универсальных контейнеров на территории РФ, 2018-2022 гг.*

Абаканский вагоностроительный завод, ПитерЭнергМаш, Балтийский контейнер, Солдвиг ПРО, ООО «Спецконтейнер», ТСМ Контейнер на данный момент самые крупные производители морских контейнеров в России. «Собственным производством потери заместить невозможно, в России выпускается лишь 35 тыс. контейнеров в год, а для покупки в Китае потребуется до 1,4 млрд. долл. Участники рынка предлагают разные выходы — от привлечения в Россию китайских контейнеров на благоприятном для собственников условиях до

централизованной закупки при поддержке государства. Почти весь импорт, который поступает в Россию: продукты, лекарства, оборудование, электроника, автомобили – приходит и перевозится по стране в контейнерах» [3]. Причем неважно, по морю или по суше – контейнеры используются как в железнодорожных, в морских, так и в автомобильных перевозках.

Восточное направление всегда было загружено: проблема «пробок» постоянно обсуждалась и до того, как в структуру транспортных потоков вмешался геополитический форс-мажор. Чтобы расширить узкие места Восточного полигона в условиях растущей нагрузки, государством принято решение докапитализировать ОАО «РЖД» на 250 млрд руб. из денег ФНБ. Основное направление грузопотока в Азию: Китай, Южная Корея и Япония [4].

Исходя из категорий груза российским производителям следует увеличивать объёмы производства универсальных контейнеров, а именно: стандартный 20-футовый: 20 Dry Cube, 20 DC; высокий 40-футовый: 40 High Cube, 40 HC.

### **Список литературы**

1. Перспективы контейнерных перевозок [Электронный ресурс] // Партнер Сибири. – Режим доступа: <http://partnersib.com/stati/perspektivi-kontejnernih-perevozok> (дата обращения: 28.04.2022);
2. Цели и задачи развития контейнерного бизнеса Холдинга РЖД [Электронный ресурс] // Концепция комплексного развития контейнерного бизнеса в холдинге РЖД (утв. ОАО РЖД 06.10.2011 N 256). – Режим доступа: <https://sudact.ru/law/kontseptsiia-kompleksnogo-razvitiia-kontejnernogo-biznesa-v-kholdinge/> (дата обращения: 05.04.2022);
3. Китай прикручивает грузопоток [Электронный ресурс] // Газета Коммерсантъ. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4235967> (дата обращения: 06.04.2022);
4. Объем контейнерных железнодорожных перевозок к 2025 году [Электронный ресурс] // АТИ – Новости рынка автомобильных грузоперевозок. – Режим доступа: <https://news.ati.su/news/2018/05/15/obem-konteynernih-zhd-perevozok-mozhet-dostignut-5-mln-teu-k-2025-godu130728/> (дата обращения: 12.04.2022).

## СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Зубков В.В., Приходченко Е.А.

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, zubkoffvaler@yandex.ru

*В данной работе рассмотрены проблемы при организации перевозок двух видов транспорта, а именно железнодорожного и морского. Исходя из всех выявленных проблем была разработана система АСУ МИС-ТУ, которая сокращает количество брошенных поездов, планирует перевозки за несколько месяцев и в форс-мажорных ситуациях корректирует планы. Благодаря данной системе мультимодальные перевозки вышли на новый уровень.*

*Ключевые слова: грузоперевозки, система, железнодорожный транспорт, морской транспорт, автоматизация.*

Железнодорожная транспортная система в перевозках экспортных грузов, в том числе угольных грузов выполняет одну из основных ролей в единой транспортной системе страны, обеспечивая при этом более 90 процентов перевозимых грузов от общих объемов добываемой продукции угольной отрасли.

В существующих условиях эффективная реализация потенциала железнодорожной отрасли в экспорте готовой продукции в категории грузоперевозок международные и с применением железнодорожно – морского сообщения, несет в себе множество технико – технологических проблем, например низкий уровень автоматизации и информатизации технологических процессов, из-за этого осуществляется простой большого количества грузовых поездов. Так в 2017 году среднее значение отставленных от движения поездов в сутки составляло 95 единиц.

В работе представлен один из путей решения задачи оптимизации технологических процессов при взаимодействии железнодорожного и морского видов транспорта, а именно представлена Автоматизированная система управления «Многоагентная интеллектуальная система управления транспортными услугами в железнодорожно-морском сообщении (АСУ МИС–ТУ)».

Разработанная АСУ МИС - ТУ предназначена для:

– автоматизации расчета наличия грузовых поездов, следующих назначением на железнодорожную станцию В для грузополучателя ОАО «В морской торговый порт»;

– автоматизации расчета фактического содержания рабочего парка грузовых вагонов на железнодорожной станции В с определением статуса забракованных (неисправных) грузовых вагонов;

– визуализации технико-технологические характеристики грузовых фронтов и грузовых складов, а также средств механизации В морского порта;

– возможности ведения расчета и учета вместимости складских мощностей для организации качественного планирования подвода грузовых поездов на железнодорожную станцию В и морских судов в В морской порт;

– осуществления автоматизированного учета, регистрации и контроля над своевременным выполнением грузовых технологических операций с определением причин в случаях их не выполнения в установленные нормативные периоды.

После всей проделанной работы были проведены необходимы вычисления. И было выявлено, что в результате использования данного программного продукта снижен простой вагонов в порту «В» на 12 процентов, а количество отставленных от движения грузовых поездов назначением в порт «В» на 17, 4 процента.

### **Список литературы**

1. В.В. Зубков, Н.Ф. Сирина, Совершенствование технологии перевозок грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении. – 2019. – Режим доступа: <https://doi.org/10/21780/2223-9731-2019-78-5-289>
2. Зубков, В.В., Сирина, Н.Ф. Экономико-математическая модель транспортно-производственного процесса перевозки экспортно-импортных грузов. – 2019. – Режим доступа: DOI: 10.20291/1815-9400-2019-4-8-12
3. Зубков В.В., Сирина Н.Ф., Раевская П.Е. Применение экономико-математической модели при формировании оптимального варианта оптимизации транспортно-логистического процесса. – 2020. – Режим доступа: ISSN: 1815-9265.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ НАЛИВНЫХ ГРУЗОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЛЕКСИТАНКОВ

Т.П. Кастерина

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, tanyakasterina081099@mail.ru

*В работе рассмотрен современный способ транспортировки наливных грузов с применением флекситанков, произведен анализ конструкции разных моделей флекситанков в том числе инновационных моделей, технология перевозки с его использованием, состояние рынка производства в России и зарубежом. Сделан анализ целесообразности данного способа транспортировки.*

*Ключевые слова: флекситанк, наливные грузы, перевозка, технология, мультимодальная, транспортировка, контейнер.*

Совершенствование технологии мультимодальных перевозок является первостепенной задачей транспортной логистики.

Флекситанк, представляющий собой полимерный эластичный пузырь, помещенный внутрь стандартного контейнера – инновационная технология транспортировки наливных грузов «от двери до двери» с минимальными затратами.

Основные идеи использования флекситанков и перспективы применения описаны в научных статьях у таких авторов, как А.П. Лутай, П.В. Куренков, Ю.А. Балацкая, Н.В. Демина, А. Л. Мартынов, И. С. Моргачев и другие.

Флекситанк является безопасной емкостью для транспортировки жидких пищевых и неопасных химических грузов в контейнерах. Также не так давно рынок пополнили прочные многоразовые флекситанки для перевозки нефти и нефетпродуктов. Обязательной является установка переборок, ограничивающих движение груза и защищающих стенки контейнера от выдавливания.

Из преимуществ использования флекситанки можно выделить такие, как герметичность, отсутствие необходимости подготовки тары и перелива жидкости при смене транспорта, снижение потерь груза при погрузке-выгрузке, отсутствие порожнего пробега вагона, малая трудоёмкость установки. Среди недостатков стоит отметить необходимость использования насосов для погрузки-выгрузки, невозможность транспортировки взрывоопасных грузов, вероятность утечки, затраты на установку переборок.

Рынок флекситанков в России образуют такие компании, как «Европак», «Политек», «BIG Red Flexitank», «Нефтетанк». «Нефтетанк», в частности, имеет собственное производство флекситанков для нефти и нефтепродуктов. Одной из главных условий работы вышеупомянутых компаний на российском рынке – наличие МТУ, подписанных ОАО «РЖД», что дает право осуществлять перевозку непосредственно по железной дороге.

Основные производители флекситанков в мире – Blt Packing Industrial Co.Ltd, Trust Flexitanks S.L и другие.

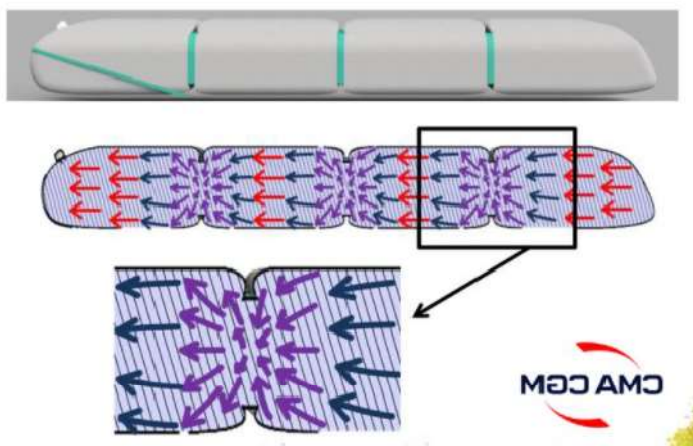
Первые основные патенты на производство флекситанков были опубликованы в 1980х годах, с тех пор технология производства и конструкция не подвергались серьезным изменениям, улучшались лишь материалы, оборудование для крепления, налива и слива продукта. Большие затраты времени уходят на установку защитной стенки, именно эту проблему и решила испанская компания «LiquaTrans», имеющая производство в Стамбуле, Турция. В «LiquaTrans» изобрели и описали новые технологии производства флекситанков, не требующие установку упоров.

«Наутилус-технология» подразумевает использование продолговатого пузыря, сложенного и соединенного между собой, чтобы разделить пузырь на 2 камеры, идея берет корни у моллюска наутилуса и его способа передвижения. Благодаря такой форме жидкость может циркулировать через соединительные отверстия, что позволяет погасить гидродинамические силы. За счет складывания баллона вдвое грузоподъемность увеличивается до 27 000 л, в отличие от стандартных 24 000 л. Без установки переборок время погрузки сокращается в 7 раз. По данной технологии разработаны такие типы флекситанков, как E-Flex (Рисунок 1), Dual E-Flex (камеры не соединены между собой, что позволяет перевозить два разных груза в одном флекситанке), H-Flex с системой обогрева, R-Flex для перевозки скоропортящихся наливных грузов.



*Рисунок 1 – E-Flex флекситанк*

В основу «гусеничной технологии» положено разделение длинно пузыря на отсеки с помощью колец для уменьшения общей окружности в определенных областях. При толчках во время транспортировки кольца конструкции создают узкие места, которые помогают рассеивать энергию, создаваемую движением жидкости (Рисунок 2). Данная технология применена при разработке T-Flex и R-Flex для тентовых прицепов, сухих фургонов, 40-футовых стандартных и рефрижераторных контейнеров, рефрижераторных прицепов.



*Рисунок 2 – Принцип «гусеничной технологии» флекситанка T-Flex*

«Кубическая технология» отличается своей структурной прочностью. K-Flex и битумный мешок – недорогие альтернативы ИВС. Их легко хранить, так как они складные.



На основании приведенных теоретических исследований, можно сделать вывод, что флекситанк является инновационной, экономически целесообразной альтернативой цистернам, танк-контейнерам и другой таре для транспортировки наливных грузов «от двери до двери».

Мировой рынок флекситанков в период 2015-2020 годов демонстрировал сильный рост, поэтому ожидается, что рынок вырастет в среднем еще на 18,5% за период 2021-2026 годов.

Дальнейшее развитие будет строиться на все большем использовании флекситанков, а также на совершенствовании его технических характеристик. Главным минусом флекситанка остается невозможность перевозки части опасных грузов, что ограничивает его повсеместное внедрение на сегодняшний момент.

### Список литературы

1. Балацкая, Ю. А. Совершенствование перевозок грузов в контейнерах с использованием флекситанков / Ю. А. Балацкая, Н. В. Демина // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2017. – Т. 1. – С. 225-229.
2. Головина Т. Флекситанки и драйлайнеры для развития контейнеризации / Т. Головина // Логистика. - М.: Агентство МаркетГайд, 2010. - С. 22-24.
3. Мартынов, А. Л. Повышение эффективности перевозок жидких грузов на основе применения флекси-технологий / А. Л. Мартынов, И. С. Моргачев // Журнал университета водных коммуникаций. – 2009. – № 4. – С. 67-74.
4. Сударикова, Ю. А. Возможность использования флекситанков для перевозок опасных грузов / Ю. А. Сударикова, Н. В. Демина // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2018. – Т. 1. – С. 154-159.
5. Компания «Нефтетанк»: [Электронный ресурс] URL: <https://neftetank.ru/about/faq/> (дата обращения 13.04.2022).
6. Компания «LiquaTrans»: [Электронный ресурс] URL: <https://neftetank.ru/about/faq/><https://www.liquatrans.com/about-us> (дата обращения 13.04.2022).
7. Компания «Европак»: [Электронный ресурс] URL: <https://evropac.ru/nasha-produkciya/flexitank-evropac-bluesky/> (дата обращения 13.04.2022).

## РАЗРБОТКА 3D-МОДЕЛИ СУДОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Д.К. Кудряшова, А.В. Ботвинков  
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного  
транспорта, kudriashva@mail.ru

*В данной работе рассмотрена актуальность 3D-моделирования в настоящее время, а также её внедрение в процесс цифрового образования студентов. Разрабатываемое приложение и 3D-модель позволит упростить обучение студентов при изучении реальной модели двигателя.*

*Ключевые слова: 3D-моделирование, образование.*

3D-моделирование — это проектирование трехмерной модели по заранее разработанному чертежу или эскизу. Для построения объемной модели предмета используются специальные программные продукты визуализации и аппаратные устройства в виде компьютеров, планшетов и оргтехники. При моделировании важным этапом является рендеринг - преобразование черновой вариации модели в приятный для глаз формат. [1]

На сегодняшний день трёхмерное моделирование широко используется в разных сферах деятельности человека, таких как: архитектура, кино, САПР (система автоматизации проектных работ), медицина, образование и много другое. [2]

Вследствие того, что стандартное образование понемногу переходит к цифровому, создаётся множество приложений для данного вида обучения. Данные приложения могут облегчить процесс образования как учеников школ, так и студентов высших заведений. Приложения с интерактивными 3D-моделями обеспечивают уникальную возможность более продуктивной проработки учебного материала, делают обучение более эффективным, повышают уровень их наглядности. С помощью 3D-анимации имеется возможность реалистично представить события и процессы, которые невозможно изучить в реальности.[3]

Основной целью является создание 3D-модели судового двигателя с возможностью её управления и взаимодействия с помощью приложения.

Для достижения главной цели были поставлены задачи, которые необходимо выполнить: осуществить возможность основных действий, таких как поворот, масштабирование и сброс; реализовать разборку и сборку модели; реализовать запуск имитации работы модели;

сохранение и загрузка модели в текущем состоянии; возможность вывода информации о модели или её составляющих.

В заключении хотелось бы отметить, что создание приложений данного формата способствует содержанию всех возможных сведений в одном месте не только в виде текстового формата, но также в виде трёхмерной графики, которая не просто преподносит материал, но и так же может показать и рассказать, как это работает на практике в реальном мире. Данный процесс является довольно интересным и занимательным, что способствует эффективному обучению учащихся.

### **Список литературы**

1. Бондаренко С.В., Бондаренко М.Ю. Трёхмерное моделирование. Легкий старт. – СПб.: Питер, 2012. – 128 с.
2. Трёхмерное моделирование (3D-моделинг) и визуализация в наши дни [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://highload.today/trehmernoe-modelirovanie-3d/>, свободный. Загл. с экрана.
3. Уваров А.Ю. Образование в мире цифровых технологий: на пути к цифровой трансформации — Изд. дом ГУ-ВШЭ, М.: 2018. — 168 с.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОСТАВОВ ПОЕЗДНЫМИ ЛОКОМОТИВАМИ И ЛОКОМОТИВНЫМИ БРИГАДАМИ**

О.М. Кузьмина , Р.В. Панк

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск,  
[kuzmax42@yandex.ru](mailto:kuzmax42@yandex.ru)

*Выполнен анализ существующей системы обеспечения составов локомотивами и бригадами на станции К-С расположенной на полигоне ЗС железной дороги. Из отчетных данных станции была сделана выборка значений времени ожидания поездных локомотивов с бригадами, составлен статистический ряд, произведена его обработка и анализ. Даны предложения по повышению надежности обеспечения составов поездными локомотивами и бригадами, по снижению простоя на станции транзитных вагонов с переработкой. Рассмотрено отправление грузовых поездов по твердым ниткам графика.*

*Ключевые слова: грузовой поезд, локомотив, локомотивная бригада, надежность обеспечения составов локомотивами и бригадами, средний простой транзитных вагонов, статистический ряд.*

Система обеспечения составов локомотивами, а также локомотивными бригадами является важнейшей технологической линией, оказывающей решающее влияние на работу станции КС. Высокая надежность обеспечения составов локомотивами и локомотивными бригадами, своевременный вывоз поездов со станции значительно снижают простои вагонов во всех станционных парках и уменьшают задержки поездов на подходах к станции.

На станции КС средний простой транзитного вагона с переработкой за 2021 год составил более 24-х часов при плане 23 часа, в том числе в ожидании поездного локомотива с бригадой - более 5-ти часов.

Для анализа ситуации с обеспечением готовых составов поездными локомотивами и локомотивными бригадами из отчетных данных, взятых на станции, была сделана выборка значений времени ожидания локомотивов за ноябрь 2021 года. На основе данной выборки был составлен статистический ряд, произведена его обработка и анализ [1].

Получены следующие результаты:

- среднее значение времени ожидания локомотива составило 351 мин;
- коэффициент неравномерности получился равным 1,2;
- характер распределения - показательный, имеющий большую неравномерность;
- отсутствуют случаи, когда готовый состав не ожидает поездного локомотива.

Причинами такого большого простоя составов в ожидании поездного локомотива с бригадой являются: отсутствие поездных локомотивов и локомотивных бригад, неприем станциями: И, П, Т.

Выполнен анализ порядка обеспечения составов поездными локомотивами и бригадами.

Поезда, формируемые на станции КС и отправляемые в нечетном направлении, как правило, вывозятся со станции с помощью выводных локомотивов. Выводной локомотив следует с поездом до станции Т, где отцепляется, а к составу прицепляется другой локомотив приписки депо Б. В свою очередь, выводной локомотив прицепляется к составу назначением на станцию КС и следует обратно. Если на станции Т нет состава назначением на станцию КС, то, при необходимости, локомотив следует резервом.

Локомотив приписки депо Б с поездом назначением на станцию КС может не отцепляться на станции Т, а сразу проследовать на станцию КС при условии, что оставшееся время работы локомотивной бригады позволяет вернуться ей на станцию приписки.

Выводные локомотивы обслуживаются локомотивными бригадами приписки депо Т, часть из которых базируется на станции КС, но этих бригад недостаточно, чтобы обеспечить отправление со станции всех поездов.

Поезд, назначением на Восток, может быть отправлен со станции как с локомотивом депо приписки Т1 в четном направлении, так и с выводным локомотивом в нечетном направлении до станции Т, где к составу прицепляется локомотив приписки депо Т1. Последний вариант применяется при большой загруженности железнодорожного участка КС - Ч.

Для снижения простоя транзитных вагонов с переработкой, в ожидании поездного локомотива на станции на КС предлагается рассмотреть возможность организации движения по твердым ниткам графика. Для этого было проанализировано прибытие и отправление поездов различных категорий и назначений. Предлагается внедрение твердых ниток графика для поездов назначением на Т, так как это передаточное движение, которое обслуживается выводными локомотивами [2, 3].

Был проанализирован нормативный график движения поездов и намечены твердые нитки графика: отправление на Т в 6:00 – 7:00 и 11:00 – 12:00. Рассмотрен вариант с равномерной прокладкой твердых ниток графика движения поездов в течение суток.

Также сделан вывод, что углубленное планирование составаобразования и подача маневровым диспетчером заявки на поездной локомотив заранее (около 6-ти часов), позволят сократить простои составов в ожидании поездного локомотива и в ожидании отправления на выходной участок.

### **Список литературы**

1. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: учебное пособие / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - 5-е изд., стер. -М.: КНОРУС, 2016. - 448 с.
2. Особенности работы сортировочной станции при организации движения поездов по твердым ниткам графика / О.П. Югрин, Чечулина Ю.А // Транспорт Урала. - №1(40), 2014 – С.81-84.
3. Разработка, анализ и совершенствование технологии и технического оснащения сортировочных станций. Часть 2: метод. указ. к выполнению

курсовых и дипломных проектов / Потапов П.Р., Александрова Н.Б., Писарева И.Н. – 5-е изд., перераб. – Новосибирск, 2011. – 44 с.

## ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ СКОРОПОРТЯЩИХСЯ ГРУЗОВ

Е.Е. Лесникова

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, e.k.5.5@mail.ru

*В статье проанализированы три варианта логистических технологий перевозки скоропортящихся грузов: доставка автомобильным транспортом, железнодорожным транспортом с использованием автомобильного, а также с использованием технологии «Холодный экспресс». Выделены преимущества и недостатки каждого варианта. Сформулированы факторы, от которых зависит выбор оптимальной логистической технологии при перевозке скоропортящегося груза. Ключевые слова: транспортная логистика, грузовая работа, транспортный сервис, скоропортящийся груз, грузовые перевозки.*

Скоропортящиеся грузы относятся к особорежимным, так как для обеспечения сохранности в процессе складирования, выполнения погрузочно-разгрузочных работ и перевозки необходимо поддержание строго определённых условий. Поэтому при проектировании логистической технологии перевозки рассматриваемой категории грузов следует принимать во внимание не только базовые критерии эффективности (минимальные издержки, сокращение срока доставки), но и специальные (сохранение физических свойств скоропортящихся грузов).

Наиболее часто для организации перевозки скоропортящихся грузов используется автомобильный и железнодорожный транспорт, но в некоторых случаях оправдано проектирование цепи поставки с использованием морского и авиационного транспорта. Морской транспорт может быть использован при необходимости доставки скоропортящихся грузов в международном сообщении, а авиационный – при необходимости значительного ускорения срока доставки либо при невозможности использования альтернативных видов транспорта.

От того, насколько эффективно будет организована доставка скоропортящихся грузов, зависит принятие решения грузоотправителей

и грузополучателей о продолжении использования услуг того или иного перевозчика либо о поиске альтернативных вариантов. Поэтому разработка оптимальной логистической технологии перевозки скоропортящихся грузов является актуальным вопросом, требующим детального анализа возможных вариантов.

В данной статье анализируется три варианта логистических технологий доставки скоропортящихся грузов от склада отправителя до склада получателя:

1. Доставка осуществляется автомобильным транспортом.
2. Доставка между городами осуществляется железнодорожным транспортом, а для подвоза на станцию используется автомобильный транспорт.
3. Доставка осуществляется при использовании транспортного сервиса «Холодный экспресс», предоставляемого клиентам ОАО «РЖД».

Следует отметить, что возможность предоставления транспортного сервиса «Холодный экспресс» в настоящее время рассматривается, но на постоянной основе эта технология пока не работает.

В условиях рыночных отношений все виды транспорта тесно связаны между собой. Для железнодорожного транспорта основным конкурентом является автомобильный транспорт.

В таблице 1 представлены преимущества и недостатки рассматриваемых технологий в сфере доставки скоропортящихся грузов.

*Таблица 1 – Преимущества и недостатки различных технологий в сфере доставки скоропортящихся грузов*

Логистическая технология	Преимущества	Недостатки
Перевозка автомобильным транспортом	- высокая мобильность	- ограниченная грузоподъемность
	- перевозка «от двери до двери» без выполнения перегрузок в пути	- зависимость от погодных и дорожных условий
	- простота оформления документов	- негативное влияние на окружающую среду
	- исключение потерь, порчи и повреждения груза в пути следования	- высокая себестоимость перевозок

Окончание таблицы 1

Логистическая технология	Преимущества	Недостатки
Перевозка железнодорожным транспортом с использованием подвоза автомобильным транспортом	- независимость от погодных условий, времени года и суток	- потребность в складской площади при перегрузке груза
	- возможность доставки различных партий грузов	- потребность в других видах транспорта для осуществления перевозки
Перевозка с использованием транспортного сервиса «Холодный экспресс»	- отказ от маневровых операций на промежуточных остановках	- капиталовложения на погрузочно-разгрузочные механизмы;
	- возможность перевозки в рефконтейнерных поездах как среднего, так и малого объема груза	- строительство или реконструкция контейнерных площадок.
	- следование поездов по жестким ниткам графика	

При выборе варианта логистической технологии при организации перевозки скоропортящегося груза необходимо проанализировать факторы, характеризующие основные параметры перевозки: размер отгружаемой партии скоропортящегося груза, а также периодичность отгрузок; тип транспортного средства, в котором предполагается размещение скоропортящегося груза; вариант складского обслуживания предприятия; удалённость пункта погрузки от пункта выгрузки. Анализ этих параметров поможет определить наиболее рациональный вариант логистической технологии при перевозке скоропортящегося груза.

### Список литературы

1. Горелкин Владимир. «Холодный экспресс» отправляется [Текст] / Владимир Горелкин// Газета «Гудок». – 2019. – №105 (26714). – 19 июня.



2. Вакуленко С.П. Экономические параметры перевозок поездами «Холодный экспресс» на примере маршрута Владивосток – Москва – Санкт-Петербург [Текст] / С.П. Вакуленко, Д.Ю. Роменский, М.И. Мехедов, А.А. Гавриленков, А.М. Насыбуллин, В.В. Соловьёв // Вестник ВНИИЖТ. – 2020. – №6 (79). – С. 319-326. – Библиогр.: с. 321.
3. Роменский Д.Ю. Критерии выбора железнодорожных станций для размещения грузовых терминалов по обработке контейнерных поездов «Холодный экспресс» [Текст] / Д.Ю. Роменский, К.И. Шведин, А.М. Насыбуллин, М.В. Роменская // Вестник ВНИИЖТ. – 2021. – №2 (80). – С. 100-107. – Библиогр.: с. 104.
4. Изотермический вагон // Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Гл. ред. Н. С. Конарев. — М.: Большая российская энциклопедия, 1994. — С. 164. — ISBN 5-85270-115-7.
5. Абдюшева Д.Р. Характеристика структуры перевозок транспортно-логистического комплекса и его динамика [Текст] / Д.Р. Абдюшева, А.А. Степанов // Управление. Межотраслевой менеджмент. – 2019. – Т.7. – №4. – С. 24-31. – Библиогр.: с. 30.
6. Асмарян Г.Д. Некоторые аспекты функционирования железнодорожного транспорта на основе логистического подхода [Текст] / Г.Д. Асмарян // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2013. – 5 с.
7. Баранец Анастасия. Как по маслу [Текст] / Анастасия Баранец // Газета «Гудок». – 2020. – №151. – 18 августа.

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВНУТРЕННЕГО ВОДНОГО ТРАНСПОРТА СФО

А.В. Пугачева, О.Г. Севостьянова

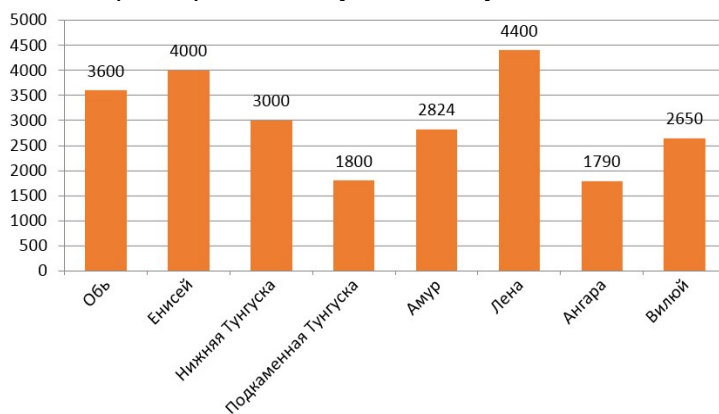
ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет водного  
транспорта", opt\_el@mail.ru, gelya.0703@list.ru

*В данной статье рассматриваются основные понятия речного транспорта, его достоинства и недостатки в сравнение с другими видами транспорта, а также состав и особенности транспортной инфраструктуры Сибирского Федерального округа, роль в развитии экономики и международной торговли России. Определяются проблемы и основные перспективы развития отрасли.*

*Ключевые слова: Сибирский Федеральный округ, внутренний водный транспорт, река, транспортный коридор, Северный завоз.*

В Сибирском федеральном округе существуют основные отличия между Севером и Югом: Северная часть Сибири богата природными ресурсами, рыбой, лесом, но мало населена. Южная часть Сибири более развита в промышленном и аграрном отношении.

Речной транспорт является дешевым, относительно быстрым и используется для связи с севером. В СФО, имеется большое количество как крупных, так и малых рек, озер и болот. Для удобства сравнения длин основных больших рек региона составлена диаграмма – рисунок 1. В округе насчитывается более 200 рек, отнесенных к малым рекам, которые по своим характеристикам пригодны для судоходства, из них менее 40% спроектированы как судоходные пути.



*Рисунок 1 – Сравнительная характеристика длин больших рек СФО, км*

Водный транспорт на территории СФО развит слабо, необходима модернизация речного флота. Около 90% судов, работающих на реках региона, устарели и имеют очень низкие эксплуатационно-технические характеристики.

Содержание водных путей обходится в 50 раз меньше, чем автомобильных и железных дорог той же протяженности. При этом стоимость перевозки речным транспортом в восемь раз дешевле, чем железнодорожным, и в 20 раз дешевле, чем автомобильным. Основными технико-экономическими преимуществами являются: высокая грузоподъемность на полноводных реках, низкая себестоимость перевозок и малые капитальные затраты на организацию судоходства на водных путях.

Основными недостатками ВВТ являются, большие сроки доставки, извилистые пути рек, сезонность работ, неравномерная глубина рек, маленькая скорость доставки.

Создаются все условия для более широкого использования ВВТ,

особенно в тех районах, где тяготеют к использованию речных путей для перевозки грузов на средние и дальние расстояния. Большое значение для экономики Сибири имеет речной транспорт, обеспечивающий сезонное судоходство («северный завоз»).

Чаще всего северный завоз осуществляется внутренним водным транспортом, автомобильный транспорт не используется из-за низкой грузоподъемности, железнодорожный из-за значительной удаленности от большинства населенных пунктов данного региона, воздушный – очень большие затраты на транспортировку, морской – напрямую невозможно доставить груз, придется использовать мультимодальные перевозки, таким образом, вся надежда остается только на внутренний водный транспорт.

У речного транспорта существует два ограничения: первое, навигационный период – на реках в СФО он составляет в среднем 130-150 суток; второе, небольшая глубина рек, из-за которых приходится использовать суда с минимальной осадкой, и соответственно, с низкой грузоподъемностью.

Стратегию пространственного развития речного транспорта региона в современных условиях предлагается осуществлять одновременно по двум взаимосвязанным направлениям: коренное улучшение материально-технической базы внутреннего водного транспорта и совершенствование технологии и организации работы речного транспорта.

Решение разноуровневых задач в организации многопрофильных и многофункциональных перевозок требует специального инструмента – создание логистического центра с филиалами в каждом водном районе.

При разработке подсистемы управления работой судоходной компании нужно создать единую модель управления на основе традиционных экономико-математических методов решения производственных, операционных, экономических, финансовых задач.

Водный транспорт затрагивает актуальные экологические проблемы. Решением может стать строительство экологического флота и серийное производство малотоннажных мусороперерабатывающих заводов и установок утилизации отходов.

На данный момент проблемы внутреннего водного транспорта СФО определяются, комплексом взаимосвязанных факторов, возникающих в результате экономических изменений в стране, важнейшими из которых являются такие как:

- изменение социально-экономических условий в стране;
- рынок пополнился услугами новых судоходных компаний;
- изменилась структура грузопотоков;

- старение флота, плохое состояние водных путей;
- ограничен доступ к информации, необходимой для исследований в области эксплуатации флота;
- современная среда речного транспорта стала неопределенной;
- резко ухудшились эксплуатационно-экономические показатели флота и перегрузочной техники.

Анализ проблем речного транспорта Сибири показывает, что они носят системный характер и требуют комплексного подхода к их решению. Среди ведущих масштабных проектов развития речного транспорта СФО на данном этапе следует выделить следующие три, если рассматривать только эксплуатационно-экономический аспект его деятельности:

- 1 Северный завоз грузов.
- 2 Международные транспортные коридоры.
- 3 Малые реки.

Новые требования к организации работы с транспортными потоками, работой флота в том числе на малых реках:

- обеспечить интеграцию внутренних водных путей Сибири в общую транспортную систему России и в систему международных и межрегиональных транспортных сообщений;
- улучшить качество транспортных услуг.

### **Список литературы**

- 1) Григорьева А.Н., Севостьянова О.Г. Актуальные проблемы развития водного транспорта // В сборнике: Интеллектуальный потенциал Сибири материалы конференции., 2021.С.28-31.
- 2) Страдымова А.Е., Севостьянова О.Г. Развитие предпринимательства в России // В сборнике: Молодежь в науке и предпринимательстве. Сборник научных статей VIII международного форума молодых ученых, посвященного 55-летию университета. – Гомель: Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации, 2019.С.346-349.
- 3) Nyurenberger L.B., Sevryukov I.Yu., Sevostyanova O.G. Integrate dasses smentofth ecome titiveness of trading company //В сборнике: Scientific research of the SCO countries: synergy and integration. 2019. С. 12-17.
- 4) Селиванова М. Речной флот России тонет [Электронный ресурс]. – URL: <https://ria.ru/analytics/20110712/400689448.html> (дата обращения: 28.04.2021).
- 5) О Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2020 – 2030 гг.)» (с изм. и доп. от 29.07.2016 г.)

[Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 5.12.2001 г. № 848. URL: <http://base.garant.ru/1587083/1/#ixzz4MjvdftWN> (дата обращения: 28.04.2021).

## РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ АРКТИКИ

С.А. Романова, О.Г. Севостьянова  
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного  
транспорта, [bbbsofiya@mail.ru](mailto:bbbsofiya@mail.ru)

*Самой суровой и труднодоступной зоной России, считается Арктика. Несмотря на то, что Россия активно стала осваивать промышленность земель арктической зоны совсем недавно, запасы участков, которые успели разведать, поражают воображение. Важным условием развития Арктики является, надежная транспортная система, благодаря которой, решается две задачи: освоить природный потенциал данного региона и реализовать глобальные возможности логистики, для перспективного маршрута, «Арктика-Сибирь-Азия».*

*Ключевые слова: Арктическая зона России, транспортная инфраструктура, природные ресурсы, грузопотоки, перспективные маршруты.*

Несколько лет назад, огромное внимание привлекли грузоперевозки района мирового океана, которые почти застыли во льду. Ледоколы, танкеры, пробивают маршруты к месторождениям арктического шельфа. Оттуда забирают углеводородные товары: нефть и газовые конденсат, сжиженный природный газ. Именно там, в самом центре арктической зоны России, идут работы генератора мощного грузопотока. Последняя кладовая земли, так называют Арктику, является необыкновенно холодной, именно поэтому на реализацию арктических проектов и разработку сложных инженерных технологий для преодоления экстремальных природных условий, требуется не пара лет, а десятилетия.

В настоящее время, в арктической зоне России сконцентрировано более 80% добываемого природного газа и около 20% нефти. Шлейф Северного Ледовитого океана, который находится в пределах границ России, содержит в себе около 85 триллионов кубических метров газа и около 20 миллиардов тонн нефти. Это огромная кладовая, которую

нужно не только развивать России, но и охранять. На данный момент, Россия имеет существенное преимущество перед другими странами в освоении своей арктической зоны, за счет ассортимента ледокольного флота.

Множество экспедиций направлялись в ледовитые моря, но многие заканчивались неудачей. Шаги к системному освоению акватории Арктики были сделаны около 100 лет назад, тогда появился Северный Морской путь. И уже после вдоль его ледовых дорог выросли порты, заводы и отгрузочные терминалы.

Сегодня, основные события происходят в границах Ямало-ненецкого автономного округа. Именно там, расположены крупная нефтегазовая провинция и ключевые центры добычи углеводородов. По берегам Обской губы развивается промышленная и транспортная инфраструктура. Строятся порты, транспортные пути, соединяющие города железнодорожными путями, автодорогами и современными региональными аэропортами. Особое внимание нужно уделить развитию речного судоходства, наши реки: Онега, Лена, Енисей, Обь, Колыма должны выступать в качестве важнейших транспортных артерий, по которым грузы с арктической зоны должны перемещаться в глубь страны.

На данный момент, прогрессом развития Севморпути являются нефтяные проекты Ямала, а следующий этап развития, который обозначил президент в конце 2019, это шаги по созданию арктической транспортной системы, которые будут выходить далеко за границы полярного региона.

«Ещё один перспективный маршрут, Арктика-Сибирь-Азия. Его смысл в том, чтобы соединить транспортными магистралями порт Северного Морского пути с портами тихого и индийского океанов. Чтобы реализовать эту идею, сформировать недостающие звенья, мы намерены ускорить строительство железнодорожных подходов к порту Сабетта, это на самом севере России».

Порт Сабетта, это самый молодой порт России, несмотря на то, что оно только наращивает обороты, эксперты указывают на его лидерство по динамике прироста. Данный порт перерабатывает больше половины имеющихся грузов Северного морского пути. Для полноценного развития арктической сети, при круглогодичном транспортном сообщении предстоит сыграть двум железнодорожным проектам.

Первый железнодорожный проект, северный широтный ход (СШХ), должен быть реализован в 2025 году. СШХ предполагает строительство 700 километров железнодорожной ветки, объединяющую северную и свердловскую дорогу на Ямале и дойти до морского флота Дудинка.

Направление этой дороги будет проходить через Новый Уренгой, Надым и Салехард, далее через Лабытнанги СШХ выйдет к станции Обская. Так по территории Ямала, будет связана территория Сибири с Европейским Севером. Задачей этого участка, будет строительство мостового перехода через Обь, соединяющий Европейскую и Азиатскую части России на широте полярного круга. Тут же, на левом берегу, планируется строительство нового промышленного транспортно-логистического центра. Задача мостового перехода, обеспечивать производство, сервис и поставку грузов, материалов и услуг для эффективного освоения стратегических территорий Ямала.

Началом второго железнодорожного проекта, станет станция обская, технологическая железная дорога которой будет уходить на север. Данная ветка построена с перспективой комплексного освоения углеводородных ресурсов полуострова Ямал. Сейчас железная дорога обеспечивает надежную промышленную эксплуатацию Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения. Арктическая дорога пересекает южную часть полуострова и известна одним из самых протяженных в России железнодорожных мостов в 3893 метра. Он построен, на сложнейших грунтах в зоне вечной мерзлоты.

Путь к Северному Ледовитому океану, сегодня заканчивается на станции Карская и гарантирует действующим месторождением быструю и всепогодную доставку техники, строительных материалов и персонала. В составе железной дороги СШХ 2 будет построен новый путь в направлении северных месторождений полуострова Ямал и морского порта Сабетта. Новая дорога и портовые мощности, обеспечат круглогодичную связь Северного Морского пути с Континентальной дорожной сетью, позволит значительно снизить затраты на обустройство арктических месторождений, сделать конкурентоспособными будущие предприятия газохимического комплекса Ямало и встроить региональную экономику в трансевазийскую транспортную логистику.

Таким образом, развитие центральной арктической зоны будет поставлена на железнодорожные рельсы. Это малая часть проектов в Арктической зоне России, реализуя которые, создаст надежную транспортную инфраструктуру, реализует высокие логистические возможности страны и позволит эффективному развитию Арктической зоны, переработать огромное количество природных ресурсов.

## Список литературы

1. Министерство транспорта Российской Федерации [Электронный ресурс] URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/branch-news/2959> (Дата обращения: 22.04.2022)
2. Молла, Г. Г. Проекты государственно - частного партнерства в Арктической зоне Российской Федерации / Г. Г. Молла // E-Scio. – 2020. – № 4(43). – С. 68-76. – EDN KСIGCS.
3. Порт Сабетта - приоритеты и результаты ФГУП "гидрографическое предприятие" // Фундаменты. – 2021. – № 4(6). – С. 52-53. – EDN FAMCVI.
4. Севостьянова О.Г., Попова Н.А. «Основные тренды и стратегические направления развития обувного рынка Сибири и Дальнего Востока» // Дни науки–2017: сборник трудов VIII Всероссийской научно- практ. конференции с международным участием, 22 марта 2017 г.: в 3 ч. – ЧОУ ВО Центросоюза РФ СибУПК. – Новосибирск: СибУПК, 2017. – Ч. 1.– С.113-120.
5. Григорьева А.Н., Севостьянова О.Г. Актуальные проблемы развития водного транспорта // В сборнике: Интеллектуальный потенциал Сибири. материалы конференции., 2021. С. 28-31.
6. Новаков А.А., Жендарева Е.С. Состояние и перспективы развития портов Арктики // Речной транспорт (XXI век). 2019. № 2 (90). С. 59-61.

## ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ СКОРОСТНОГО И ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ГРУЗОВОГО ДВИЖЕНИЯ

Ю.С. Свешникова, С.В. Карасев

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, sveshnikova.ya@mail.ru

*Рассмотренные вопросы разработаны в рамках подготовки магистерской диссертации. Представлены перспективы перевозок легковесных экспресс-грузов с использованием скоростных и высокоскоростных грузовых поездов. Выполнен анализ типов универсальных и специализированных контейнеров, определены особенности подвижного состава для высокоскоростных перевозок, специфика компоновки и работы контейнерных терминалов для работы с такими поездами.*



*Ключевые слова: скоростное движение, высокоскоростной поезд, экспресс-грузы, контейнеры, контейнерный терминал.*

Грузовые железнодорожные перевозки обычной скоростью давно известны. Разработаны и успешно используются все компоненты транспортно-логистической системы.

При этом в последние годы в ряде стран появился новый вид перевозок – перевозка определенных грузов скоростными и высокоскоростными поездами.

Новая технология в средне- и долгосрочной перспективе, возможная и в России, требует новых решений.

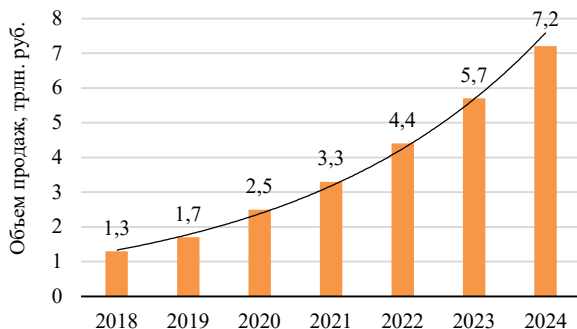
В связи с этим целью представляемой работы было определение конструктивно-технических особенностей железнодорожных транспортных единиц и инфраструктуры для скоростных и высокоскоростных перевозок грузов.

В последние несколько лет во многих странах мира наблюдается быстрый рост объемов электронной торговли (Рисунок 1) [1]. Соответственно, растут и объемы перевозок грузов, требующих быстрой доставки. Перевозки воздушным транспортом не всегда справляются с растущими объемами отправок, а традиционные контейнерные перевозки железнодорожным и автомобильным транспортом оказываются слишком медленными...

Говоря об увеличении скорости перевозок, стоит уделить особое внимание контейнерным железнодорожным перевозкам – ускоренным контейнерным поездам.

Преимущества перевозки грузов в контейнерных поездах перед перевозкой грузов в обычных грузовых поездах:

- возможность перевезти любой груз, исключив лишнюю сортировку благодаря минимальному количеству остановок в пути
- повышение качества доставки и сокращение времени на перевозку грузов
- за счёт ускоренного пропуска контейнерных поездов достигается существенное повышение маршрутной скорости движения.



*Рисунок 1 – Оборот электронной торговли с прогнозом до 2024 г*

Контейнерный поезд – поезд установленной длины, обращающийся как маршрутный поезд между двумя станциями и перевозящий грузы от одного или нескольких грузоотправителей до одного или нескольких грузополучателей.

На сегодняшний день существует широкая номенклатура грузовых контейнеров – универсальные, используемые чаще всего, и специализированные, которые служат для перевозки и временного хранения грузов ограниченной номенклатуры или отдельных видов – сыпучих, жидких, скоропортящихся или чувствительных к температуре, опасных [2].

Для обслуживания контейнеров и формирования контейнерных поездов в России существуют контейнерные терминалы. Контейнерный терминал — это транспортный пункт, предназначенный для перевалки контейнерных грузов, временного хранения и обслуживания контейнеров разного типа.

Для организации скоростных и, особенно, высокоскоростных грузовых перевозок на железнодорожном транспорте требуется наличие соответствующей инфраструктуры. Конструктивные особенности вагонов, а также особенности формирования поездов требуют соответствующей инфраструктуры железнодорожных станций [3].

Для сохранения эффекта скорости контейнерного поезда все операции, производимые на станции и контейнерном терминале, следует осуществлять также ускоренно.

Предлагается рассмотреть 2 варианта расположения контейнерного терминала:

- терминал интегрируется с железнодорожной станцией, приемоотправочный путь расположен на самом терминале.

- приемоотправочный путь расположен на станции, путь выполнения грузовых операций – на удаленном терминале; подача вагонов на терминал осуществляется маневровым порядком.

На текущем этапе исследований определен состав технологических операций, выполняемых с поездом в случае скоростной и высокоскоростной перевозки, разработаны основные компоновочные решения терминалов, и выполнен расчет технологических карт на выполнение маневровой работы. Полученные затраты времени по элементам операций являются частью исходных данных и будут использованы в разрабатываемой модели работы терминала.

Для дальнейшего определения необходимых показателей работы терминала требуется создание имитационной модели терминалов, чтобы в будущем иметь возможность выполнять технико-экономическое обоснование рационального выбора того или иного варианта конструктивно-технических решений для обеспечения эффективной организации перевозок легковесных грузов, требующих срочной доставки скоростными, а в перспективе и высокоскоростными поездами.

### **Список литературы**

1. Логистика для электронной торговли - 2020. - URL: [https://datainsight.ru/sites/default/files/Logistics\\_2020.pdf](https://datainsight.ru/sites/default/files/Logistics_2020.pdf) (дата обращения: 11.09.2021). - Текст: электронный.
2. Виды контейнеров для перевозки грузов // [contship.ru](https://www.contship.ru) URL: <https://www.contship.ru/publikacii/vidy-konteynerov-dlya-perevozki-gruzov/> (дата обращения: 01.02.2022).
3. Карасев С.В., Мещеряков А.В. Конструктивно-технологические решения комбинированных грузопассажирских вагонов для скоростных и высокоскоростных перевозок грузов. *Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта*. 2021. № 2 (3). С. 22-29.

## ЗНАЧЕНИЕ ЛОГИСТИКИ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ ПРЕДПРИЯТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

О.А. Семенченко, И.О. Тесленко

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, pochtaola1@mail.ru

*В статье рассматривается значение логистики для современного предприятия. Проводится анализ объемов доставок, видов деятельности компании. Практическая ценность работы состоит в том, что на основе проведенного анализа и исследований разработана автоматизированная информационная система для расчета затрат на транспорт по выбранному виду доставки груза, что позволит предприятию снизить затраты на транспортировку грузов.*

*Ключевые слова: логистика, логистическая система, транспортная логистика, информационная система, оптимизация.*

В современном мире логистическая система имеет непосредственное влияние на характер функционирования современного развивающегося предприятия. Это важная деятельность, которая открывает широкие возможности для применения человеческих и материальных ресурсов, влияющие на национальное хозяйство. Логистическое управление в значительной мере оказывает воздействие на состояние финансово—экономического и правового обеспечения в условиях рыночной экономики [1].

Объектом исследования является новосибирская производственная компания «N».

В настоящее время на первый план выходит скорость принятия решений, а также качество оказываемых услуг, клиентоориентированность и высокий сервис. Компания N преследует 2 главные цели в своем развитии:

- 1) повышение уровня обслуживания клиентов;
- 2) Снижение логистических затрат.

Транспортная логистика – это направление деятельности, связанное с планированием, организацией и реализацией наиболее рациональных схем поставок грузов разного вида потребителю от производителя, а также между партнерами [2].

Отдел транспортной логистики полностью отвечает за своевременное предоставление транспорта и контроль каждой отгрузки/поставки, сокращение временных затрат на доставку,

занимается грамотным планированием, что позволяет оптимально использовать ресурсы компании.

Компания N имеет собственное производство и производство на базах изготовителей в РФ и за рубежом [3]. Виды продукции, которые производит компания:

- Бытовая химия;
- Косметические средства;
- Пищевые добавки;
- Диетические продукты питания и т.д.

Особое внимание уделяется своевременному обеспечению производства сырьем, а региональных складов и магазинов – готовой продукцией. На данном этапе и возникает необходимость оптимизации затрат на транспортную логистику.

Некоторые группы товаров относятся к категории термолабильных грузов, которые чувствительны к воздействию окружающей среды. Это означает, что во время перевозки такого рода грузов температура должна быть постоянной и контролируемой - любое изменение параметров может отразиться на сохранности грузов и изменить их состояние и свойства, что сделает товар непригодным для использования. Здесь возникает необходимость в грамотном подходе к выбору перевозчика и специализированного подвижного состава.

Учитывая объемы перевозимой продукции и текущие затраты на транспортную логистику в компании N появилась потребность в частичной или полной автоматизации процессов с целью сокращения временных издержек на ручную обработку данных, расчеты и поиск оптимальных решений.

Для этого предлагается разработка информационной системы на базе программы Microsoft Excel, которая предоставляет возможность производить экономико-статистические расчеты, обрабатывать полученные результаты, в том числе с помощью графических инструментов.

Разработка собственной информационной системы имеет главное преимущество – возможность её доработки и расширения функционала.

Для корректной работы программного обеспечения необходимо подготовить вводные данные:

- Проанализировать пункты доставки, свойства груза и выбрать виды транспорта и типы подвижных составов для транспортировки;
- Выбор перевозчиков и логистических компаний, так как предприятие не имеет собственный парк транспортных средств;
- Экономические затраты на транспортировку и дополнительные услуги.

После указания необходимых данных информационная система автоматически производит расчеты и предлагает оптимальный способ доставки груза и тип транспортного средства. Также исходя из полученных данных возможно провести более подробный анализ вариантов и сделать выбор в пользу той перевозки, которая максимально удовлетворит все потребности под заданную ситуацию.

Ожидаемый экономический эффект от использования данной информационной системы позволит сократить затраты на транспорт на 15-25% и оптимизировать работу логиста.

### **Список литературы**

1. Плоткин Б.К. Основы предпринимательской логистики: учеб.пособие / Б.К. Плоткин, Д.Ю. Гогин. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011.
2. Задачи транспортной логистики: [Электронный ресурс]. URL: <https://up-pro.ru/encyclopedia/transportnaya-logistika/>
3. О компании: [Электронный ресурс]. URL: <https://nlstar.com/ru/about/>

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

А.С. Семенчук, Д.А. Сивицкий

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, arinasem2012@gmail.com

*Исходя из обозначенных предпосылок в статье определяется наиболее эффективный метод математического моделирования для решения задач теории массового обслуживания при различных условиях. Приводится сравнение аналитического и имитационного методов математического моделирования при различных характеристиках системы массового обслуживания. В результате был проведен сравнительный анализ аналитического и имитационного методов моделирования и был определен метод, обеспечивающий высокую точность результатов расчета показателей работы системы массового обслуживания при минимальной трудоемкости.*

*Ключевые слова: аналитическое моделирование, имитационное моделирование, теория массового обслуживания*

Методы математического моделирования применяются во многих сферах человеческой деятельности, в частности, в сфере

железнодорожных перевозок для создания моделей станций. Причем, на основании результатов математического моделирования принимаются решения о проектировании путевого развития станции [1, с. 5].

Методы математического моделирования подразделяются на аналитический и имитационный. Каждый из методов имеет свои характерные особенности [2].

В рамках математического моделирования реализуются задачи теории массового обслуживания, часто применяемые на практике.

Связи с вышеизложенным целью данного исследования – определение такого метода математического моделирования, при котором обеспечивались бы высокая точность показателей работы СМО при минимальной трудоемкости.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- определить форму представления системы массового обслуживания при использовании методов имитационного и аналитического моделирования;
- изучить влияние метода моделирования на результаты расчета показателей эффективности работы СМО;
- оценить достоверность полученных результатов с использованием статистических критериев

Для проведения сравнительного анализа была выбрана одноканальная СМО, для которой были заданы следующие характеристики:

- интенсивность поступления заявок, которая принимала значения от 1 до 8 чел./мин;
- интенсивность обслуживания заявок – 9 чел./мин;
- тип входящего потока – простейший;
- распределение времени обслуживания – показательное.

Сравнительный анализ методов математического моделирования осуществлялся на основании сравнения показателей работы СМО, таких как длина очереди и время нахождения в очереди.

Для расчета показателей аналитическим методом были применены формулы из теории массового обслуживания [3].

Для определения показателей работы СМО методом имитационного моделирования было выполнено построение модели с элементами сбора статистики в программе Anylogic [4].

Для каждого значения приведенной интенсивности были рассчитаны длина очереди и время нахождения в очереди аналитическим методом, затем из 5 итераций, полученных методом имитационного моделирования для 6-часового периода моделирования, было получено

среднее значение из полученных результатов. После чего была рассчитана разность между результатами аналитического и имитационного моделирования. Далее для значения приведенной интенсивности, близкого к 1 было выполнено 15 итераций при пяти различных периодах моделирования.

При анализе результатов длины очереди и времени обслуживания, полученных аналитическим и имитационным методами моделирования при изменении приведенной интенсивности, было установлено, что с увеличением приведенной интенсивности увеличивается разница результатов методов математического моделирования.

Полученные результаты показали необходимость дальнейшего изучения показателей работы СМО для значения приведенной интенсивности равного 0,89. Поэтому далее было исследовано влияние периода моделирования на результаты расчета показателей работы СМО при данном значении приведенной интенсивности.

Дальнейший анализ показал, что с увеличением периода моделирования увеличивается и разница между значениями длины очереди и времени обслуживания, полученными аналитическим и имитационным методами математического моделирования.

Для подтверждения этого предположения был применен t-тест – статистический метод, который позволяет сравнить среднее значение выборки с некоторым числом и на основе результатов теста сделать заключение о том, различаются ли они друг от друга статистически или нет. Для полученных данных статистически-значимых различий между значениями показателей работы СМО, полученными двумя различными методами математического моделирования, нет.

Таким образом, проведенное исследование показало, что метод аналитического моделирования, являющийся менее трудоемким в сравнении с методом имитационного моделирования, может быть применим при расчетах показателей систем массового обслуживания при длительных периодах моделирования. Для более коротких периодов моделирования следует все же использовать метод имитационного моделирования, являющийся более трудоемким, но обеспечивающий более высокую точность.

### **Список литературы**

1. Советов, Б. Я. Моделирование систем / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — Изд. 3-е. — М : ГУП "Издательство "Высшая школа", 2001. — 343 с.
2. Бабина, О. И. Сравнительный анализ имитационных и аналитических моделей / О. И. Бабина // Имитационное моделирование.



Теория и практика : Материалы конференции. Сборник докладов, Санкт-Петербург, 21–23 октября 2009 года. – Санкт-Петербург: Открытое акционерное общество "Центр технологии судостроения и судоремонта", 2009. – С. 73-77. – EDN ТТВУКZ.

3. Ивченко, Г. И. Теория массового обслуживания / Г. И. Ивченко, В. А. Каштанов, И. Н. Коваленко. — М : Высшая школа, 1982. — 256 с. — Текст : непосредственный.

4. Григорьев Илья. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию // Санкт-Петербург, 2017. — 273 с.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ДВС ПУТЕВОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА

А.В. Смирнов, В.Е. Николенко, С.А. Коларж.

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, kolarzhsa@mail.ru,  
artem127cmirnov@gmail.com

*В статье рассматривается: определение причин экологических проблем, связанных с использованием нефтепродуктов. Их решение, путём применения альтернативного топлива на водородной основе. Рассмотрение результатов экспериментальных исследований и анализ влияния водородсодержащего топлива, проводимых на дизельном двигателе КАМАЗ 740.62 – 280. Общий обзор проекта об использовании водородсодержащего синтез-газа в определённых оптимальных пропорциях с дизельным топливом, в двигателях внутреннего сгорания, с целью улучшения экологических характеристик работы ДВС железнодорожной техники.*

*Ключевые слова: водород, альтернативное топливо, водородсодержащий синтез-газ, экологичность, двигатель внутреннего сгорания.*

На данный момент, нефть является самым популярным топливом на планете. Транспорт это самый большой её потребитель. 70% от общего количества использования нефтепродуктов. ОАО “РЖД” имеет значительное потребление дизельного топлива, так например в 2020 году удельный расход топлива на тягу поездов, составил 55,5 кг у. т. / 10 тыс. ткм брутто [2]. (таблица 1).

Таблица 1 — Показатели деятельности инфраструктурного комплекса ОАО «РЖД» в 2020 году

Показатель	Результат в 2020 году	% к 2019 году
Средний вес грузового поезда, т	4 084,0	-0,1
Средняя участковая скорость грузового поезда, км/ч	41,6	+1,0
Средняя техническая скорость движения, км/ч	46,6	+0,4
Среднесуточная производительность локомотива эксплуатируемого парка, тыс. ткм брутто	1 677,0	+4,2
Среднесуточная производительность локомотива рабочего парка, тыс. ткм брутто	2 216,0	+3,6
Удельный расход электроэнергии на тягу поездов, кВт · ч / 10 тыс. ткм брутто	106,2	-1,2
Удельный расход топлива на тягу поездов, кг у. т. / 10 тыс. ткм брутто	55,5	+0,1

Вместе с тем нефть является сильным загрязнителем нашей планеты. Так например основными источниками выброса углекислого газа в атмосферу являются производство, транспортировка, переработка и потребление ископаемого топлива (86%). Таким образом, ограниченные ресурсы углеводородного топлива и ужесточающиеся требования к экологичности, приводят к необходимости поиска альтернативных способов получения и эффективного применения в ДВС иных видов топлива. Одним из которых является водород.

В чистом виде водород не так часто встречается в природе. Его можно отделить от других элементов физико-химическим способом электролиза воды, при использовании установки (рисунок 1), состоящей из двух электродов (анода и катода), и резервуара с питьевой содой, выполняющей роль электролита.

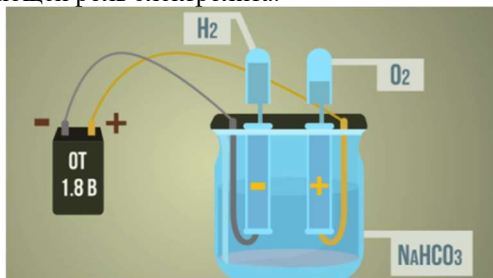


Рисунок 1 – Гальваническая установка для электролиза воды

Водород может использоваться в качестве топлива в обычном двигателе внутреннего сгорания, но чтобы использовать его в чистом виде, необходима соответствующая инфраструктура, а также внесение изменения в энергетические установки машин, что требует значительных финансовых вложений и создания новых производственных мощностей. Поэтому рациональней использовать водород в сочетании с традиционным топливом нефтяного происхождения и альтернативными топливами, такими как: спирт (этиловый, метиловый) и природный газ.

Для стабильной работы двигателя, на смеси традиционного углеводородного топлива и водорода, машину необходимо оснастить оборудованием, для получения синтез-газа на борту машины, и его последующей подачи в камеру сгорания ДВС. Над решением этой задачи работают сотрудники кафедры “Технология транспортного машиностроения и эксплуатация машин” совместно с Институтом катализа им. Г.К. Борескова.

Существующие исследования применения водорода, в сочетании с другими видами топлива, показывают перспективность данного исследования в плане уменьшения расхода топлива и содержания в отработавших газах вредных веществ [2].

Результат испытания двигателя КАМАЗ 740.62 – 280, оснащённого типовой системой подачи водорода в топливно – воздушную смесь, представлены на рисунке 2.

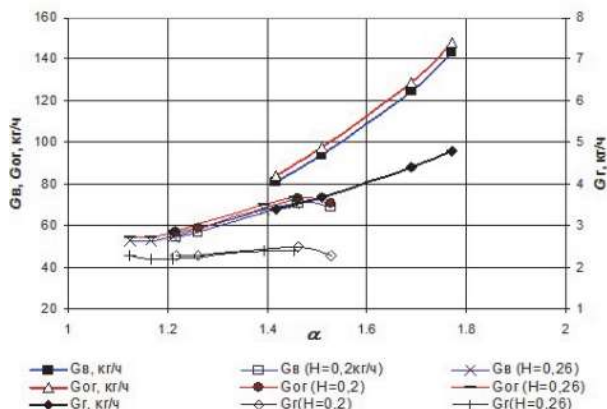


Рисунок 2 -Регулировочная характеристика по составу смеси  
( $n = 800 \text{ мин}^{-1}$ ,  $Pe = 0$ )

Можно видеть, что с увеличением добавок водорода происходит значительное снижение расхода природного газа  $G_g$ , воздуха  $G_b$  и отработавших газов  $G_{ог}$ .

Задачей перспективного исследования является определение особенностей влияния добавок различных порций водородсодержащего синтез-газа на мощностные и экономические характеристики двигателей, работающих на дизельном топливе.

Данное исследование будет проводиться на базе мастерских СГУПС, которые оснащены необходимым оборудованием.

Подводя итоги, можно сделать вывод, что используя водород вместе с традиционным нефтяным топливом можно добиться улучшения экологических характеристик машин железнодорожной техники, при сохранении рабочих характеристик. На данный момент водород ещё только набирает свою популярность как альтернативный источник энергии.

### **Список литературы**

1. Бортников Л.Н. Особенности горения бензоводородовоздушной смеси в цилиндре поршневого двигателя внутреннего сгорания и определение оптимального соотношения бензин водород // Физика горения и взрыва. 2007. Т.43. № 4. С. 8-15
2. Годовой отчёт 2020 // Железнодорожные перевозки и инфраструктура: [библиогр. указ.] / URL: <https://ar2020.rzd.ru/ru/performance-overview/analysis-operating-results/railway-transportation-infrastructure> (Дата обращения: 27.04.2022).
3. Смоленский В.В. Особенности применения водорода в ДВС при различных способах формирования топливовоздушных смесей // CYBERLENINKA.RU. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izmeneniya-pokazatelya-politropy-v-dvs-na-rezhime-holostogo-hoda> (Дата обращения: 27.04.2022).
4. Красников В.В. Повышение экономической и экологической эффективности судовых дизелей при использовании водородсодержащего синтез-газа // Научные проблемы транспорта сибиря и дальнего востока. 2018. №2 С. 275-278

## ВЛИЯНИЕ КОММЕРЧЕСКИХ БРАКОВ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ СТАНЦИИ

А.А. Строкань, Т. А. Борисова

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, [nastyastrokan0808@yandex.ru](mailto:nastyastrokan0808@yandex.ru)

*В статье произведен анализ влияния коммерческих браков на надежность работы станции. Рассмотрены факторы рисков коммерческих браков. Определены нормы простоя вагонов под исправлением коммерческих браков и описано количественно их несоблюдение. Выявлены причины появления этих простоев. Приведена последовательность работы с вагонами, имеющими коммерческие браки. Определены временные затраты на перестановку таких вагонов в парк исправления неисправностей. Составлена модель оценки влияния коммерческих браков на экономические последствия и выполнен их расчет.*

*Ключевые слова: несохранные перевозки, коммерческие браки, модель оценки рисков, экономические последствия, простой вагонов.*

Главным критерием обеспечения качественной перевозки грузов является обеспечение их сохранности, а также соблюдение сроков их доставки. Однако, в силу различных обстоятельств, таких как возникновение коммерческих неисправностей, показатель надежности работы станции снижается, и ухудшается качество организации перевозок. При выявлении коммерчески неисправных вагонов, их отцепляют от состава, что влечет за собой задержки поездов [1].

Основными причинами появления коммерческих неисправностей является низкий уровень подготовки груза и вагона к перевозке, нарушение габарита погрузки, несоблюдение Технических условий размещения и крепления грузов и др. Ввиду этого, риски несохранных перевозок возрастают, появляются простои составов сверх нормативного времени, а также уменьшается перерабатывающая способность станций [2].

Вследствие возникновения коммерческих браков происходит несоблюдение установленных сроков доставки грузов. Нормативное время на устранение неисправностей составляет 2 суток. Однако, ввиду различных производственных процессов, технологии работы станции, нередко возникает его превышение.

Так, исходя из статистических данных, на станции И сверх нормативного времени простаивает около 252 вагонов в год под исправлением коммерческих браков.

Технология работы станции по устранению коммерчески неисправностей рассмотрена на примере станции И.

Исходя из технологического процесса работы данной станции нормативное время на выполнение коммерческого осмотра составляет в среднем 20 минут для разборочных поездов и 30 минут для поездов своего формирования, а также для поездов, следуемых транзитом со сменой локомотивных бригад и локомотивов.

При устранении коммерческих браков производится отцепка вагонов от состава, перестановка в парк исправления браков (в течение 2 суток по их прибытию), и затем перестановка в сортировочный парк для накопления на состав.

Подача на пункт устранения неисправностей должна производиться в течение 12 часов с момента перестановки этих вагонов на пути сортировочного парка [3].

Согласно расчетам, среднее время, затрачиваемое на перестановку таких вагонов в парк устранения неисправностей составляет примерно 19-78 минут. При этом возникает враждебность маршрутов, которые создают дополнительную занятость парков около 10-25 минут.

Для оценки степени влияния коммерческих браков на эффективность работы станции разработана модель оценки экономических последствий для ОАО «РЖД».

В процессе выполнения работы было рассчитано следующее: стоимость занятия инфраструктуры при исправлении коммерческой неисправности в течение нормативного срока – 2372 тыс. руб/год, сверх нормативного срока – 4621 тыс. руб/год, затраты на исправление коммерческих браков – 1833 тыс. руб/год, затраты на маневровые передвижения – 1080 тыс. руб/год, стоимость простоя вагонов до подачи на ПИКН и до момента прицепки с устраненной неисправностью в поезд своего формирования – 3933 тыс. руб/год, стоимость реквизита крепления для исправления коммерческих браков – 3100 тыс. руб/год, а также ущерб от предъявления претензий по просрочке в доставке грузов – 28538 тыс. руб/год.

Таким образом, потери сортировочной станции, связанные с работой с вагонами, имеющими коммерческие неисправности составляют свыше 98 миллионов в год.

## Список литературы

1. Технические условия погрузки и крепления грузов в вагонах и контейнерах. - М.: Юридическая фирма «Юртранс», 2003.- 544 с.
2. Псеровская Е.Д., Кабукин Н.Ю. Влияние крепления груза на безопасность перевозочного процесса на железнодорожном транспорте: материалы XI Международной научно-технической конференции. Новосибирск, 2020. С. 417-423.
3. Тимухина Е. Н. Повышение функциональной надежности железнодорожных станций при технологических сбоях: дис. ... д-ра техн. Наук: 05.22.08/ Тимухина Елена Николаевна. – Екатеринбург, 2012. – 384 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ РАЗМЕЩЕНИЯ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

А.А. Фрибус, В.В. Наперов

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, fribus-2000@mail.ru

*В работе проведен анализ нормативных документов, регламентирующих требования к объектам транспортной инфраструктуры, определены основные характеристики видеокамер, которые следует учитывать при размещении систем видеонаблюдения. На основании анализа нормативных документов и основных характеристик видеокамер приведен расчет параметров, которые следует учитывать при размещении систем видеонаблюдения.*

*Ключевые слова: камеры видеонаблюдения, системы видеонаблюдения, транспортная безопасность, параметры видеокамеры, транспортный комплекс, субъект транспортной инфраструктуры*

Защита транспортного комплекса является главной задачей области транспортной безопасности, согласно статье 2 Федерального закона РФ от 09.02.2007 № 16 – ФЗ «О транспортной безопасности» [1]. Для реализации поставленной цели используют различные технические и инженерные средства обеспечения безопасности, одними из которых являются средства видеонаблюдения. С. Лукоянов, С. Белов в статье «Важные характеристики охранного видеонаблюдения» [2] считают, что обнаружение противоправных действий злоумышленника зачастую

зависит от правильно спроектированной системы видеонаблюдения, а также от правильного выбора типа устройств видеонаблюдения.

В Постановлении Правительства РФ от 8 октября 2020 г. N 1633 [3] субъекты транспортной инфраструктуры в целях обеспечения транспортной безопасности объектов транспортной инфраструктуры обязаны оснастить объект транспортной инфраструктуры различными техническими средствами и инженерными системами обеспечения транспортной безопасности.

В Постановлении Правительства РФ от 26 сентября 2016 г. N 969 [4] приводятся функциональные свойства технических средств обеспечения транспортной безопасности. Например, для систем видеонаблюдения: разрешение (число пикселей в каждом кадре) – не менее 1,2 мегапикселя; частота кадров – не менее 25 кадров в секунду; цветность видеоизображения – цветное;

Основная проблема на сегодняшний день заключается в том, что при всем обилии систем видеонаблюдения отсутствуют нормативные требования по размещению и установке систем видеонаблюдения. В следствие чего, у субъекта транспортной инфраструктуры могут возникнуть трудности при правильном размещении видеокамер, из-за чего повышается риск возникновения акта незаконного вмешательства.

Основными параметрами при размещении устройств видеонаблюдения являются: высота, расположение в контролируемой зоне и угол обзора.

Высота установки камеры должна обеспечивать защищенность устройства от противоправных действий вандалов и злоумышленников, удобство технического обслуживания. При увеличении высоты устройства увеличивается длина неконтролируемой «слепой» зоны  $L_{сз}$ ,

По формуле 1 приведён расчет длина неконтролируемой «слепой» зоны горизонтальной плоскости:

$$L_{сз} = H * tg(\gamma - 0,5\beta), \quad (1)$$

где  $H$  – высота установки видеокамеры,  $\gamma$  – угол наклона видеокамеры,  $\beta$  – угол обзора объектива в вертикальной плоскости;

Для исключения «мертвых» зон на протяженных участках рекомендуется применять встречную установку видеокамер с последовательным расположением на периметре.

Одним из основных параметров для видеонаблюдения является светочувствительность, которая напрямую зависит от размера матрицы видеоприемника. Чем больше размер матрицы, тем больше лучей света на нее попадает во время съемки, тем выше качество изображения.



Экспертами рекомендуется использовать камеры с матрицей размером не менее 1/3.

На угол обзора видеокамеры влияет такой параметр, как фокусное расстояние. При увеличении фокусного расстояния уменьшается угол обзора устройства. Поэтому для обнаружения объектов на периметре рекомендуется подбирать устройство с наиболее возможным минимальным значением фокусного расстояния, а для распознавания и идентификации объектов – с максимальным. По формуле 5 приведен расчет фокусного расстояния:

$$f = \frac{v * L_{max}}{b}, \quad (5)$$

где  $v$  – размер матрицы по вертикали,  $L_{max}$  – дальность обнаружения,  $b$  – ширина контролируемой зоны.

Таким образом, в таблице 1 приведены расчеты основных параметров видеокамер.

Таблица 1 – Расчет параметров видеокамер

Разрешение камеры, мп	Заданная ширина зоны контроля, м	Фокусное расстояние, мм	Заданное расстояние до зоны контроля, м	Заданная высота установка камеры, м	Вертикальный угол наклона
<b>Обнаружение объекта на периметре</b>					
Не менее 2	18	2,7	до 10	от 3 до 50	не менее 15°
		8-12	до 20		
<b>Распознавание объекта на периметре</b>					
Не менее 2	18	8	до 5	от 3 до 50	не менее 15°
		12	до 10		
<b>Идентификация объекта на периметре</b>					
Не менее 2	18	8	до 2	от 3 до 50	не менее 15°
		12	до 5		
		30	до 10		
		50	до 20		
<b>Распознавание государственных номеров на КПП</b>					
Не менее 2	5	2,8-8	3-8	от 3 до 4,5	не более 30°

Идентификация объекта на входах/выходах в здания					
От 2 до 5	2	8	до 2	от 1,8 до 2	не более 5°
		12	до 5		
		30	до 10		
		50	до 20		

Данные расчеты могут быть использованы при проектировании систем видеонаблюдения не только на объектах транспортной инфраструктуры, но и на других типовых объектах, где необходима организация защиты при помощи средств видеонаблюдения.

### Список использованных источников

1. Федеральный закон от 09.02.2007 N 16-ФЗ (ред. от 14.03.2022) "О транспортной безопасности" // СПС КонсультантПлюс
2. Лукоянов С. В., Белов С. В. Важные характеристики охранного видеонаблюдения // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2012. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vazhnye-harakteristiki-ohrannogo-videonablyudeniya> (дата обращения: 26.04.2022).
3. Постановление Правительства РФ от 08.10.2020 N 1633 "Об утверждении требований по обеспечению транспортной безопасности, в том числе требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий), учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта" // СПС КонсультантПлюс
4. Постановление Правительства РФ от 26.09.2016 N 969 (ред. от 17.04.2021) "Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности" // СПС КонсультантПлюс

## СЕРВИС ПОДБОРА ЗАПЧАСТЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

К.А. Цымерман, Р.А. Саакян, Н.П. Комиссаров, М.М. Ковалёв  
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного  
транспорта, kostya\_cymerman@mail.ru

*Рассмотрена проблема поиска и подбора услуг в сфере технического обслуживания автомобильного транспорта. Приведены данные о росте автомобильного транспорта и дальнейшие прогнозы, связанные с распространением такого вида транспорта в будущем. Рассмотрен способ решения данной проблемы путем внедрения определенного программного обеспечения, которое позволит пользователю удобно и быстро решить существующую проблему.*

*Ключевые слова: транспорт, автомобиль, агрегатор, станция технического обслуживания, СТО, ремонт автомобиля.*

В наше время, транспорт является одной из самых важных и востребованных вещей в мире. Для государств, транспорт является неотъемлемой частью экономики, без которых она не сможет успешно функционировать. Для человека же, транспорт является средством для удовлетворения одной из важнейших потребностей – потребность в перемещении [1].

Самым популярным видом транспорта сейчас является автомобильный. Автомобилизация в мире идет очень стремительными темпами. Количество автомобилей за последние пять лет увеличилось в России на 5 млн, наибольший рост среди легковых автомобилей [2].

В ближайшем будущем годовые продажи легковых автомобилей могут вырасти до 126,9 млн штук. При таком показателе уже к 2035 году мировой автопарк достигнет 2 млрд [3].

Как видно из приведенных выше прогнозов, количество машин на дорогах всего мира будет только увеличиваться. И как любой другой сложный механизм, автомобиль требует своевременного обслуживания и ремонта. Большинство автовладельцев для ремонта и обслуживания своих авто обращаются в специализированные организации – станции технического обслуживания автомобилей, желая получить услугу от квалифицированных людей, которые разбираются в вопросе. На данный момент, выбор автосервиса, как правило, диктуется привычкой заехать к знакомому мастеру. Для людей, которые только недавно за рулём, выбор мастерской становится ещё большей проблемой. Такой человек

не знает ни примерных цен на те или иные услуги, ни цен на запчасти, ни примерного срока и сложности работ.

Все эти проблемы может решить сервис по подбору услуг в сфере ремонта автомобилей или, проще говоря, агрегатор СТО. Это сервис, в котором будут располагаться все нужные сведения об автомастерских. Пользуясь агрегатором, любой желающий сможет найти для себя услугу по обслуживанию и ремонту автомобиля, которые предлагают различные автосервисы. Это позволит человеку понять реальную цену на какой - либо вид работ, а также защитить себя от недобросовестных мастеров благодаря системе рейтинга и отзывов, которые могут оставлять другие клиенты автомастерских. Доступ к сервису будет осуществляться через браузер, IOS или Android приложения.

Раньше автовладельцу приходилось тратить большое количество своего времени, обзванивая и объезжая различные мастерские или спрашивая знакомых автомобилистов. С приходом агрегатора СТО для этого нужно будет не более 5 минут.

### **Список литературы**

1. Транспорт, его значение в жизни общества и экономике страны [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://studopedia.ru/2\\_20827\\_transport-ego-znachenie-v-zhizni-obshchestva-i-ekonomike-strani.html](https://studopedia.ru/2_20827_transport-ego-znachenie-v-zhizni-obshchestva-i-ekonomike-strani.html), (дата обращения: 25.04.2022).
2. В России за последние пять лет число машин выросло на 5 млн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://tass.ru/obschestvo/11613735?utm\\_source=news.drom.ru&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=news.drom.ru&utm\\_referrer=news.drom.ru](https://tass.ru/obschestvo/11613735?utm_source=news.drom.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=news.drom.ru&utm_referrer=news.drom.ru), (дата обращения: 25.04.2022).
3. Цифра дня: сколько автомобилей на планете? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/5c9114d69a7947491f827c6e>, (дата обращения: 25.04.2022).

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕЛЬСОВЫХ АВТОБУСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗМОЖНОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ИНТЕРВАЛАХ МЕЖДУ ГРУЗОВЫМИ ПОЕЗДАМИ В ПРОЕКТЕ «ЛЕГКИЙ АЭРОЭКСПРЕСС»

П.Е. Юрданова, С.В. Карасёв

Сибирский государственный университет путей сообщения –  
ФГБОУ ВО СГУПС, г. Новосибирск, polina.yurdanova@yandex.ru

*Рассмотрена возможность использования в транспортной системе формата «Легкий Аэроэкспресс» между станцией «Новосибирск-Главный» и аэропортом им. А.И. Покрышкина автономных транспортных единиц – рельсовых автобусов модели РА-3, с целью уменьшения объема и стоимости работ по созданию путевой инфраструктуры. Методом моделирования выполнена проверка возможности совмещения движения РА-3 и обычных поездов без использования отдельных ниток ГДП.*

*Ключевые слова: аэропорт, рельсовый автобус, железнодорожная станция, пассажиропоток, аэроэкспресс.*

Аэропорт имени Александра Ивановича Покрышкина (аэропорт «Толмачево») в г. Новосибирске является крупнейшим авиационным хабом за Уралом, в котором, в силу географического расположения, концентрируются десятки внутренних и международных маршрутов. [1].

При этом схемы доставки пассажиров в аэропорт и из него по-прежнему не являются оптимальными, как с точки зрения затрат времени пассажиров, так и их удобства.

Целью данной работы является обоснование технологических параметров системы организации движения «легкого аэроэкспресса» для условий г. Новосибирска на основе технологии виртуальной сцепки и модели тяговых и тормозных расчетов.

Организация движения рельсовых автобусов требует определения ряда технологических параметров предлагаемой транспортной системы, в частности, количество необходимых единиц подвижного состава и частота их следования. Описываемые далее решения ориентированы на использование последнего поколения рельсовых автобусов РА-3 «Орлан» производства АО «Трансмашхолдинг». Некоторые технические характеристики РА-3 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики рельсового автобуса РА-3 «Орлан»

Параметры	2-х вагонный	3-х вагонный
Конструкционная скорость	120 км/ч	
Составность	2, 3 вагона; до 6 вагонов по Системе многих единиц	
Места для сидения	126	229
Максимальная вместимость	362	606

При организации движения «Лёгкого Аэроэкспресса» часть маршрута будет проходить по перегонам существующей магистральной железнодорожной линии, что потребует разработки технологии совмещения движения РА-3 и обычных поездов для обеспечения достаточной пропускной способности и необходимой безопасности. Возможны следующие основные варианты технологии:

1. Пропуск РА-3 по правилам обычного поездного движения.

В данном варианте организации движения РА-3, как и поезда, могут следовать по сигналам автоблокировки, без использования каких-либо дополнительных технических средств. Используется существующий график движения поездов, где рельсовые автобусы будут курсировать по свободным «ниткам» графика. Однако это спровоцирует снижение провозной способности. Поэтому этот вариант организации движения нами признан нецелесообразным, и в дальнейшем не рассматривается.

2. Технология виртуальной сцепки.

Это технология интервального регулирования движения поездов, при которой расстояние между ведущим поездом и ведомым может изменяться в зависимости от профиля пути, скорости движения ведущего поезда, постоянных и временных ограничений [3].

По условиям безопасности движения расстояние между последним вагоном впереди идущего поезда и головным локомотивом следующего за ним поезда должно быть не меньше разницы длины служебного торможения идущего сзади поезда и длины экстренного торможения идущего впереди поезда [2].

При вождении поездов по технологии «Виртуальная сцепка» между локомотивами по радиоканалу устанавливается соединение, осуществляется непрерывный обмен данными между локомотивами. Следующий локомотив, идущий в попутном следовании, обрабатывая информацию с впереди идущего локомотива, выбирает наиболее оптимальный режим работы [3].

Для обеспечения точности определения координат единиц подвижного состава требуется комбинация возможностей как спутниковых («Глонасс»), так и других систем.

Еще одним решением для увеличения пропускной способности является внедрение технологии интервального регулирования на основе автоблокировки с подвижными блок-участками (АЛСО), то есть виртуальный светофор размещен на последнем вагоне поезда и позволяет идущему сзади составу держать безопасное расстояние.

Так как к аэропорту не подведена железнодорожная инфраструктура, позволяющая организовать пассажирское движение, необходимо предусмотреть ее строительство с учетом уже существующих решений. Нами разработано 2 варианта такого проекта, которые также учитывают предполагаемую реконструкцию автомобильной развязки рядом с аэропортом. Оба варианта предполагают сооружение железнодорожной эстакады, при этом второй предполагает сооружение протяженной эстакады от автомобильной развязки непосредственно до здания аэропорта. Пассажирская платформа располагается на уровне эстакады, сооружается крытый павильон, соединяемый с основным зданием аэровокзала при помощи траволатора.

Для того чтобы построить график движения РА-3, нам необходимы тяговые и тормозные характеристики рельсового автобуса и обычных поездов. Используя метод имитационного моделирования тяговых и тормозных расчётов по программе «Оптимальная тяга» [4] были определены интересующие параметры динамики движения РА-3, а также грузового поезда (таблица 2).

*Таблица 2 – Длина тормозного пути РА-3 в зависимости от начальной скорости и уклона пути*

Скорость начала торможения, км/ч	Составность, число секций	Длина тормозного пути, м		
		0 ‰	4 ‰	-4 ‰
70	1	360	340	380
60	1	260	240	280
50	1	180	160	180
40	1	100	100	120

Примечание: Знак «-» означает движение на спуске

В таблице 3 представлены параметры динамики движения грузового поезда с локомотивом ВЛ-80 и массой 6300 т для тех же условий моделирования.

Результаты выполненного моделирования показали возможность использования технологии «виртуальной сцепки» для совмещения движения на части маршрута РА-3 «Орлан» и обычных грузовых поездов.

Таблица 3 – Параметры динамики движения грузового поезда в зависимости от начальной скорости и уклона пути

Скорость начала торможения, км/ч	Длина тормозного пути, м		
	0 ‰	4 ‰	-4 ‰
70	960	800	1180
60	680	580	820
50	440	380	540
40	260	240	320

### Список использованных источников

1. Юрданова П.Е., Карасёв С.В. Анализ возможностей транспортной связи аэропорта и железнодорожного вокзала города Новосибирска на основе минимизации затрат на железнодорожную инфраструктуру и подвижной состав // Сборник: Интеллектуальный потенциал Сибири. Материалы конференции. - Новосибирск: 2021. - С. 96-99.
2. Автоматизированные системы управления для железнодорожного транспорта: Технология «виртуальная сцепка»: [сайт]. - URL: <https://avpt.ru/products/dlya-gruzovykh-lokomotivov/virtualnaya-stsepka/> (дата обращения 11.04.2022).
3. Бушуев С.В. Повышение пропускной способности участка железной дороги с применением технологии виртуальной сцепки / С.В. Бушуев, Н.С. Голочалов, К.В. Гундырев. - Текст : электронный // Cyberleninka.ru: [сайт]. - 2021. - 12 март. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-propusknoy-sposobnosti-uchastka-zheleznoy-dorogi-s-primeneniem-tehnologii-virtualnoy-stsepki> (дата обращения: 20.04.2022).
4. Карасев, С.В. Программа для оптимизации времен хода грузовых поездов по перегонам «Оптимальная тяга-2». / Карасев, С.В., Кузнецова, А.А. // Объединённый фонд электронных ресурсов "Наука и образование" URL: [http://ofernio.ru/rto\\_files\\_ofernio/11704.doc](http://ofernio.ru/rto_files_ofernio/11704.doc) (дата обращения: 20.04.2022).



## РЕКОНСТРУКЦИЯ ОБЩЕПРОМЫШЛЕННОГО МОСТОВОГО КРАНА ДЛЯ УЧАСТИЯ В ПРОЦЕССЕ РОЗЛИВА МЕТАЛЛА

А.А. Астафьев, В.В. Горбунов, В.А. Шарутина  
Сибирский государственный университет водного транспорта,  
[alexander.astafyev99@mail.ru](mailto:alexander.astafyev99@mail.ru)

*Все многообразие кранов, предназначено для работы в самых различных отраслях и условиях использования. Поэтому своевременное и полное по объему проведение экспертизы на соответствие промышленной безопасности – основа для безотказной эксплуатации данного типа машин. [1].*

*Процесс проведения экспертизы включает не только обследование самого объекта и его составляющих, но и создание комплекса компенсирующих мероприятий, если в процессе экспертизы были выявлены несоответствия Федеральным нормам и правилам. [2].*

*И все же основой данной работы является – обоснование реконструкции общепромышленного мостового крана, на основе требований к современным металлургическим кранам.*

*Ключевые слова: промышленная безопасность, федеральные нормы и правила, грузоподъемное приспособление, опасный производственный объект, эксперт, мостовой кран, компенсирующие мероприятия, металлургия, общепромышленный кран, реконструкция.*

Согласно приказу №420 от 20.10.2020 Об утверждении федеральных норм и правил (ФНП) в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности»: «экспертом в области промышленной безопасности является физическое лицо, аттестованное в установленном Правительством Российской Федерации порядке. Эксперт обладает специальными познаниями в области промышленной безопасности, соответствует требованиям, установленным федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности, и участвует в проведении экспертизы».

Требования к безопасной эксплуатации кранов на промышленных и транспортных объектах за весь срок эксплуатации от введения в работу и до списания, включая периоды монтажа и демонтажа, сформулированные в приказе №420 от 26.11.2020 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов», на которых используются подъемные сооружения»

Федеральные нормы и правила устанавливают требования к деятельности в области промышленной безопасности на опасных производственных объектах (далее - ОПО), на которых используются стационарно установленные грузоподъемные устройства, подъемные сооружения (далее - ПС). Кроме того, обозначены требования к работникам указанных ОПО, к безопасности технологических процессов на ОПО, на которых используются ПС, в том числе к порядку действий в случае аварии или инцидента. [3].

Данные нормы и правила распространяются на все известные ПС грузоподъемностью свыше 10т, а также оборудование, используемое вместе с ними. Однако в этом приказе представлены только общие сведения для проведения экспертизы, реконструкции и модернизации ПС.

Из-за специфики металлургических кранов на них распространяется приказ № 512 от 09.12.2020 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности процессов получения или применения металлов»».

Ранее в этом документе существовало только одно требование к металлургическим кранам – дублирование тормозов на механизме подъема. В актуальном приказе вместо одного пункта стало пятьдесят, однако самые значимые представлены по специальному запросу [4]:

- в случае, если по условиям эксплуатации возможен нагрев несущих конструкций СПС на температуру свыше 100°C, следует предусматривать диагностические устройства и методики для температурного контроля состояния элементов СПС.

В качестве тепловой защиты возможно использование теплоотражающих экранов;

- стальные канаты и цепи грузоподъемных устройств, предназначенные для перемещения ковшей с расплавленным металлом, а также траверсы самих ковшей, должны защищаться кожухами от воздействия лучистого тепла или предусматривать устройства (методики), контролирующие зоны нагрева;

- для работы в условиях повышенных температур кабины СПС должны оснащаться кондиционерами и термозащитными стеклами;

- ограничители механизмов передвижения должны обеспечивать отключение двигателей механизмов до тупикового упора;

- у магнитных кранов электрическая схема должна быть выполнена так, чтобы при снятии напряжения с крана контактами приборов и устройств безопасности, напряжение с грузового электромагнита не снималось.

- перемещение краном ковша с расплавом должно производиться плавно и только в одном направлении. Не допускается одновременное перемещение ковша с расплавом в горизонтальном направлении при его подъеме или опускании.

Согласно ФНП «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» заключение экспертизы должно содержать один из следующих выводов о соответствии объекта экспертизы требованиям промышленной безопасности:

- объект экспертизы соответствует требованиям промышленной безопасности и может быть применен при эксплуатации опасного производственного объекта;

- объект экспертизы не в полной мере соответствует требованиям промышленной безопасности и может быть применен при условии внесения соответствующих изменений в документацию или выполнения соответствующих мероприятий в отношении технических устройств либо зданий и сооружений. В заключении указываются изменения, после внесения которых документация будет соответствовать требованиям промышленной безопасности, либо мероприятия (в том числе мероприятия, компенсирующие несоответствия), после проведения которых или при их выполнении в процессе применения технического устройство, здания, сооружения будут соответствовать требованиям промышленной безопасности;

- объект экспертизы не соответствует требованиям промышленной безопасности и не может быть применен при эксплуатации опасного производственного объекта.

Проблема большинства современных металлургических мостовых кранов в том, что они изготавливались на базе общепромышленных грузоподъемных кранов. Они не могут полностью соответствовать данным ФНП. Для продолжения работы ПС необходимо ввести комплекс компенсирующих мероприятий, которые позволят крану не в полной мере соответствовать требованиям промышленной безопасности, но исключат все риски несоответствия требованиям на ОПО и позволят продолжить работу в необходимых условиях. [5].

Согласно заключению экспертизы промышленной безопасности на техническое устройство - мостовой кран зав.№22375, рег.№13088, отработавший нормативный срок службы, применяемый на опасном производственном объекте АО «НСЗ» - цех литейный по производству стали были разработан ряд компенсирующих мероприятий для допуска крана к работе.

В данной работе предложены компенсирующие мероприятия для допуска в работу мостового крана на металлургическом производстве,

при использовании которых он будет отвечать всем требованиям норм и правил действующим на сегодняшний день, начиная от общих для всех кранов, заканчивая и самим металлургическими правилами в целом, что способствует продолжению использования оборудования.

Важно заметить, что особенностью данной работы является то, что был предложен не только компенсирующие мероприятия для реконструкции мостового крана, но и его последующее реальное применение на производстве АО «НСЗ».

### **Список литературы**

1. Репутов Б.М. Электрооборудование кранов металлургических предприятий. М. : Машиностроение, 1990. 137 с.
2. Богинский К.С., Зотов Ф.С. Николаевский Г.М., Мостовые металлургические краны. М.: Машиностроение, 1970. 300 с.
3. ФНП в области промышленной безопасности. Правила проведения экспертизы промышленной безопасности = Rules of industrial safety expertise : федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20 октября 2020 г. № 420-ст : введен впервые : дата введения 2021-01-01 - Текст : непосредственный.
4. Добронравов С.С., Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. Л.: Машиностроение, 2001. 290 с.
5. ФНП в области промышленной безопасности. Правила безопасности процессов получения или применения металлов = Safety rules for the production or application of metals : федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности: издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 09 декабря 2020 г. № 512-ст : введен впервые : дата введения 2021-01-01 - Текст : непосредственный.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕГРУЗКИ НАВАЛОЧНЫХ ГРУЗОВ В МОРСКИХ И РЕЧНЫХ ПОРТАХ

Бельская А.В., Исаакян Р.В., Жендарева Е.С.  
ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет водного  
транспорта [gendareva@yandex.ru](mailto:gendareva@yandex.ru)

*Проведены основные проблемы перегрузки навалочных грузов в морских и речных портах, а также перспективные пути решения данных проблем.*

*Ключевые слова: морской порт, речной порт, навалочные грузы, перегрузочные работы.*

Одним из основных видов деятельности речных портов является перегрузка навалочных грузов. В структуре грузооборота речных портов РФ доля навалочных грузов достигает 90% и более. Перегрузка их осуществляется как по прямому варианту из судов в полувагоны или обратно (10–20% грузопотока), так и через склады [1, 2].

При перегрузке навалочных грузов по прямому варианту чаще всего, зачистку вагонов осуществляют вручную, звеном портовых рабочих из 2–3 человек. Зачистка – это трудоёмкий процесс, включающий в себя открывание и закрывание люков полувагонов, удаление остатков груза из кузова и с путей. Продолжительность зачистки значительно влияет на перегрузочный процесс, т.к. пути причала в это время заняты, а судно может простаивать в ожидании следующей подачи вагонов. Механизованная зачистка полувагонов может выполняться специальными щётчными или вакуумными устройствами, смонтированными на портале крана, либо на шасси грузового автомобиля, либо автономными зачистными машинами, передвигающимися по подкрановым путям [3].

В настоящее время в морских и речных портах широко применяются стреловые полноповоротные краны (портальные, мобильные и др.), имеющие более низкую производительность в сравнении со специализированными перегружателями пролётного типа. Применение перегружателей, высокопроизводительных конвейерных установок и специализированных перегрузочных комплексов целесообразно при стабильных грузопотоках (свыше 1 млн. тонн на одном причале), поэтому перспективно в большей степени для морских портов РФ. В речных портах, как правило на обработке одного судна может использоваться не более 3-х стреловых кранов одновременно.

Функционально-возрастная структура перегрузочной техники речных портов характеризуется высоким средним возрастом порталных и плавучих кранов (40–50 лет и более), низкими темпами обновления парка перегрузочных машин. Специализированные перегрузочные машины (перегрузжатели пролётного типа, гидроперегрузжатели) ввиду высоких текущих издержек на их эксплуатацию в большинстве своём не используются (законсервированы либо списаны). В крупных морских портах темпы обновления перегрузочной техники существенно выше. Безусловно, пропускная способность портов в значительной мере снижается, если на причалах используется устаревшая техника [4].

Изучив развитие современных способов перегрузки, можно отметить следующие тенденции в развитии механизации перегрузочных работ с навалочными грузами [5]:

1. Оснащение высокопроизводительными комплексно-механизированными перегрузочными установками целесообразно на специализированных причалах перегрузки навалочных грузов со стабильным грузооборотом.

2. Для добычи нерудных строительных материалов из обводнённых месторождений перспективой имеет использование высокопроизводительных комплексных гидромеханизированных установок, совмещающих добычу, обогащение, разделение и погрузку их в суда.

3. Увеличение грузоподъёмности грейферных перегрузжателей и кранов до 30–40 тонн и оснащение их программным управлением, использование для каждого рода навалочного груза специализированных грейферов с повышенной зачерпывающей способностью.

4. Применение для выгрузки песка и ПГС средств гидромеханизации, обеспечивающих высокопроизводительную разгрузку судов, разделение ПГС на фракции и образование складов большой вместимости.

5. Создание новых типов транспортных средств, максимально приспособленных для комплексной механизации (полностью открытых судов, вагонов с открывающимися крышами и т.д.).

6. Применение саморазгружающихся судов, позволяющих полностью механизировать трюмные работы и выгрузку грузов в мелких пунктах, оборудование которых перегрузочными средствами экономически нецелесообразно.

В заключении стоит отметить, что осуществление мероприятий по комплексной механизации и автоматизации перегрузки навалочных

грузов в речных и морских портах должно сопровождаться принятием мер по охране здоровья людей и защите окружающей среды путём устранения пылеобразования и потерь груза, создания систем аспирации и очистки территории и поверхности акватории.

### **Список литературы**

1. Жендарева, Е. С. Проблемы формирования грузовой базы речных портов / Е. С. Жендарева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2018. – № 1. – С. 5-8.
2. Попов, В. Н. Анализ производственно-экономической деятельности АО «Усть-Донецкий порт» / В. Н. Попов, А. Н. Григорьева // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2022. – № 1-1(38). – С. 40-42.
3. Боровская, Ю. С. Состав операций при технической обработке речных судов и железнодорожных вагонов / Ю. С. Боровская, Н. С. Кадников // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 11-14(79). – С. 37-39.
4. Пахомова, Л. В. Оценка остаточного ресурса порталных кранов по критериям безопасности расчётных металлоконструкций / Л. В. Пахомова, В. А. Шарутина // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2018. – № 2. – С. 52-54.
5. Иванов, И.А. Технология и организация перегрузочных процессов: Учебное пособие /И.А. Иванов, Е.Н. Лоскутов, Ю.В. Турищев, Н.М. Яичников. – Новосибирск: Новосибирская государственная академия водного транспорта, 2007. – 188 с.

## **К ВОПРОСУ ВЫБОРА СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЧЕРВЯЧНЫХ И СПИРОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ**

А.А. Бурма, В.Н. Анферов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[burmaalina00@gmail.com](mailto:burmaalina00@gmail.com)

*В работе рассмотрен вопрос важности и необходимости выбора подходящих смазочных материалов для червячных и спиройдных передач, приведены требования к смазочным материалам и обоснование их причин, проведён анализ и сравнение рекомендаций, предоставляемых заводами-изготовителями отечественного и зарубежного производства.*

*Ключевые слова: спироидная передача, смазка, червяк, колесо*

Гиперboloидной зубчатой передачей называется передача со скрещивающимися осями. Начальные поверхности зубчатых колёс этой передачи являются однополостными гиперboloидами вращения.

Этот вид передачи включает: червячную, винтовую, спироидную, гипоидную передачи, каждая из этих передач – частный случай гиперboloидной зубчатой передачи [1].

Отличительно особенностью является то, что контактные поверхности зубьев зубчатых колёс в данной передаче всегда скользят относительно друг друга.

В настоящее время в отечественной промышленности наибольшее распространение получают спироидные цилиндрические передачи.

Спироидные передачи используют там, где требуется обеспечение передачи значительных нагрузок, редуцирования частоты вращения в малых габаритах и высокой износостойкости.

Важной чертой спироидной цилиндрической передачи является то, что начальными поверхностями звеньев для червяка является цилиндр, а для колеса – плоскость.

Выбор подходящего смазочного материала должен основываться на следующем:

В гиперboloидных передачах скольжение происходит в любой точке контакта, именно поэтому требования к смазочным материалам выдвигаются, учитывая:

1. Наличие скольжения во всех точках;
2. Величину скольжения;
3. Нагруженность контакта.

Из-за того, что червяк проскальзывает относительно зуба червячного колеса, наличие этого проскальзывания и вызывает повышенные требования к смазочным материалам.

Для реализации скольжения используется такая пара трения, как сталь-антифрикционный материал. Но возможно и использование пары трения сталь – сталь.

В этом случае необходимо создать между червяком и зубом червячного колеса достаточного для скольжения масляного слоя. Это возможно достичь, используя специальные присадки в смазочном материале.

Исследование [2] предоставляет возможные варианты таких присадок на основе опытных исследований. Данная работа решала такие проблемы как:

1. Эффект задира;



2. Низкие механические характеристики антифрикционных материалов, что ограничивало величины крутящих моментов;

3. И экономически дорогие антифрикционные материалы, по сравнению со сталями.

Исследование показало, что на базе масла МС-20 добавление таких присадок, как: стеаратов меди CuSt, олова SnSt, железа FeSt, никеля NiSt, кобальта CoSt. уменьшило коэффициент трения между парой Сталь 45- Сталь 40Х, а интенсивность изнашивания по опытным показателям соответствовала интенсивности изнашивания бронзы БрА9ЖЗЛ [3].

К сожалению, на Российском рынке пока что не так много данных от производителей и рекомендаций именно по спироидным передачам, так как широкое распространение на производствах сдерживается из-за отсутствия систематизированной информации и методик расчётов спироидных передач. На данном этапе следует руководствоваться рекомендациями для червячных редукторов.

Так завод «Подольск привод» рекомендует использоваться легированные масла ИГП-152, КС-19. «МОЖГА Завод-Редуктор» рекомендует ИГП-114, ИГП-152, ИГП-182, низкотемпературные масла SHELL OMALA HD 460, MOBIL GLYGOYLE HE320.

Зарубежная компания «NORD DRIVE SYSTEM» приводит рекомендации для червячных зацепления и предлагает использовать минеральное масло Castrol Alpha EP 100, синтетическое масло Renolin PG 220, биологически разлагаемое масло Plantogear 220 S.

Кинематическая вязкость этих масел приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рекомендуемые масла заводами-изготовителями

Рекомендации производителя	Масло	Тип масла	Вязкость при 40 °С, мм <sup>2</sup> /с
NORD DRIVE SYSTEM	Klubersynth GEM 4-460 N	Синтетическое масло (на основе углеводорода)	460
МОЖГА Завод-Редуктор	SHELL OMALA HD 460	Низкотемпературное масло	458,3
МОЖГА Завод-Редуктор	ИГП-182	Легированное масло	330
МОЖГА Завод-Редуктор	MOBIL GLYGOYLE HE320	Низкотемпературное масло	320

Подольск привод	ИГП-152	Легированное масло	275
NORD DRIVE SYSTEM	Renolin PG 220	Синтетическое масло (полигликоль)	220
NORD DRIVE SYSTEM	Plantogear 220 S	Биологически разлагаемое масло	220
МОЖГА Завод- Редуктор	ИГП-114	Легированное масло	190
NORD DRIVE SYSTEM	Castrol Alpha EP 100	Минеральное масло	100

### Выводы

1. При выборе масла важно помнить, что масло должно обладать определенным уровнем эксплуатационных свойства, а именно трибологическими свойствами, антикоррозионными, защитными, моющими, антиокислительными.

2. Рекомендовано использовать смазочные материалы в зависимости от материала спироидного колеса:

При материале бронза - руководствоваться рекомендациями по использованию смазочных материалов для червячных цилиндрических и глобоидных передач.

При материале сталь – для гипоидных и конических передач с круговым зубом.

### Список литературы

1. Анфёров В.Н., Игнатьюгин В.Ю., Коваленко Р.К., Шишлова И.В., Проектирование приводов машин на основе спироидных передач: учебно-метод. пособие. – Новосибирск: изд-во СГУПС, 2022. – 58 с.
2. Киселев Б.Р., Березин К.Г., Замятина Н.И., Годлевский В.А. Энергосберегающие смазочные материалы для червячных передач. – Иваново: «Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение №4», 2012. С. 89-93.
3. Сергеева И.В. Оценка эксплуатационных свойств смазочных масел применительно к спироидному зацеплению / Манаков А.Л., Корнеев Ю.В., Сергеева И.В. // «Политранспортные системы», VI Всероссийская научно-техническая конференция, Новосибирск, 2009. Т-1, – С. 440-446.

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ГРАЖДАНСКАЯ СЛУЖБА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ

А.К. Валов, Т.В. Нутрихина

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[artem\\_valov\\_02@inbox.ru](mailto:artem_valov_02@inbox.ru)

*Альтернативная гражданская служба в России, по общему правилу, предполагает длительный срок неквалифицированной работы, поэтому многие молодые люди стоят перед выбором: изменить своим убеждениям и пойти служить в армию, чтобы потерять меньше карьерного времени, или заменить военную службу на альтернативную гражданскую, – в соответствии со своими убеждениями, но с потерей большего времени. Проведённое исследование позволяет выпускнику ВУЗа или СУЗа пройти альтернативную службу по специальности без потери карьерных возможностей.*

*Ключевые слова: альтернативная гражданская служба, прохождение альтернативной гражданской службы по специальности (профилю профессиональной подготовки).*

Согласно п. 3 ст. 59 Конституции России [1] её гражданин в установленном федеральном законе случае (например, если его убеждениям или вероисповедною противоречит несение воинской службы) имеет право на замену воинской службы альтернативной гражданской. Проблема милитаризации общества в настоящее время особенно остра, и многие молодые люди по своим убеждениям против службы в армии.

Но многих ребят смущает срок длительный альтернативной гражданской службы (далее – АГС): по федеральному закону от 25.07.2002 №113-ФЗ [2] (далее – Закон) после 1 января 2008 года составляет 21 месяц (вместо 1 года службы в армии). Также отталкивающим от АГС фактором является то, что многие, имея высшее профильное образование, не готовы работать низкоквалифицированным персоналом.

Цель данного исследования – популяризация АГС путём исследования возможности прохождения выпускникам ВУЗов и СУЗов данной службы согласно полученному образованию, на примере выпускников ФГБУ ВО «СГУПС» относительно возможности прохождения АГС в ОАО «РЖД» или других транспортных организациях.

Объект исследования – квалифицированная работа по АГС. Предмет исследования – правовое регулирование АГС в транспортных организациях России.

В рамках исследования было направлено обращение № ПГ/05199 от 17.02.2022 в Федеральную службу по труду и занятости (далее – Роструд), где был задан вопрос о возможности прохождения АГС в транспортных организациях, таких как ОАО «Российские железные дороги», ГУП «Московский метрополитен», МУП «Новосибирский метрополитен».

В ответе на данное обращение за № ПГ/5199-2-1 от 18.03.2022 Рострудом было дано разъяснение, что перечни видов работ, профессий, должностей, на которых могут быть заняты граждане, проходящие АГС, а также организаций, где предусмотрено прохождение АГС, определяются в порядке, установленном постановлением Правительства Российской Федерации от 11 декабря 2003 года № 750 [3]. В соответствии с ним ежегодно издаётся приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации об утверждении Перечней видов работ, профессий, должностей, на которых могут быть заняты граждане, проходящие АГС, и организаций, где предусматривается прохождение АГС (далее – Приказ). В заявке Минтранса России на 2022 год для организации альтернативной гражданской службы ОАО «РЖД» не указано, и в Приказе в соответствующий перечень на 2022 год ОАО «РЖД» не включено.

Из данного ответа можно сделать несколько выводов:

- 1) ОАО «РЖД», не смотря на форму собственности, может являться местом прохождения АГС;
- 2) учредителем, который подаёт заявки в Роструд, является Минтранс России.

Из изученной практики подачи таких заявок на включение в Перечень в ходе общения со специалистами, занятыми данными операциями, было выяснено, что для подачи заявки отделу кадров предприятия необходимо связаться с тем министерством, в чьём ведении находится данная организация.

Для уточнения возможности подачи таких заявок в Минтранс с последующим включением их в соответствующий перечень было направлено письмо заместителю генерального директора ОАО «РЖД» по вопросам управления персоналом, социального развития и здравоохранения Шаханову Д.С. В ответе на это письмо было уточнено, что ОАО «РЖД» по организационно-правовой форме является акционерным обществом и не подведомственно другим организациям, а потому и не предусмотрено в соответствие с п. 1 ст. 4 Закона в

качестве места прохождения АГС. Однако тот же МУП «Новосибирский метрополитен» и иные метрополитены страны являются подведомственными организациями местных органов самоуправления, т. е. по закону имеют право принимать на работу альтернативно служащих граждан.

Исходя из цели исследования и на основании вышеизложенных фактов, можно сделать вывод, что прохождение альтернативной службы по специальности для выпускников железнодорожных ВУЗов возможно на базе метрополитенов России. Для более тесного взаимодействия по данным вопросам и обеспечения возможности выпускников транспортных ВУЗов и СУЗов пройти АГС по специальности (профилю профессиональной подготовки) необходимо наладить тесное взаимодействие ВУЗов и МУПов по данному вопросу.

### **Список литературы**

1. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. (ред. от 01.07.2020) [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>.
2. Об альтернативной гражданской службе: федер. закон от 25 июля 2002 г. № 113-ФЗ (ред. от 31.07.2020) // Рос. газ. 2002. № 138-139.
3. Об организации альтернативной гражданской службы: постан. Правительства РФ от 11 декабря 2003 г. № 750 (ред. от 26.03.2019) // Рос. газ. 2003. № 254.

## **КОНСТРУКЦИЯ КОМПОЗИТНОЙ ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

А.С. Житина, К.А. Медведев  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей  
сообщения», e-mail: medvedevka@sgups.stu.ru

*Приведены результаты работы по разработке новой конструкции композитной тормозной колодки для железнодорожного подвижного состава. Приведено описание предложенной конструкции, показаны сравнительные результаты моделирования процесса теплопереноса при торможении, подтверждающие более эффективные теплоотвод с рабочей поверхности тормозной колодки.*

*Ключевые слова: композитная тормозная колодка, моделирование процесса теплопереноса, медь, чугун.*

Повышение ресурса изнашиваемой части железнодорожного транспорта является важной задачей научных исследований в области производства и обслуживания железнодорожной техники.

Тормозные колодки, они же накладки, представляют собой важнейший элемент тормозной системы железнодорожного транспорта. От их качества зависит скорость и эффективность торможения. Так как этот момент очень важен для любого транспортного средства, к колодкам предъявляются довольно серьёзные требования:

- высокий коэффициент трения вне зависимости от скорости поезда;
- небольшой износ при торможении;
- способность выдерживать процесс длительного торможения;
- сохранение технико-эксплуатационных характеристик при попадании на колодки влаги, осадков и т.д. [1].

На сегодняшний день большая часть тормозных колодок подвижного железнодорожного состава изготавливается из чугуна. Недостатками таких колодок в первую очередь является нестабильный коэффициент трения.

Это приводит к некоторым проблемам и сложностям при торможении, так как необходимо устанавливать дополнительные регуляторы сил нажатия колодок, исходя из развиваемых подвижным составом скоростей.

Важными недостатками таких колодок являются бугристость (шероховатость) фрикционного соединения с колесом, неравномерность структуры и свойств в разных точках тела и разных партиях колодок и в колодках внутри партии одной плавки и как следствие – неравномерный износ, образование, например, таких дефектов, как «прижёт», что приводит к изъятию из эксплуатации тормозных колодок, не выработавших свой ресурс. Также такой дефект, как «прижёт», оказывает негативное влияние на реборду колеса [2, 3].

На тормозных колодках изнашиваются в пыль сотни тысяч тонн чугуна, что обуславливает необходимость разработки более качественных колодок, надёжных в эксплуатации и износостойких.

Целью работы является разработка новой конструкции ТК, с повышенным ресурсом, снижающей образование дефектов на реборде колеса в процессе торможения.

Первой задачей является изучение и проведение анализа нормативно-технической документации, регламентирующей требования к ТК, перспективных тормозных конструкций

Вторая задача исследования связана с выбором перспективных прототипов для разработки ТК, формирование требований на основе анализа новой конструкции ТК.

На основе анализа нормативно-технической документации, регламентирующей требования к тормозным колодкам, перспективных конструкций была предложена новая конструкция композитной тормозной колодки. Конструкция тормозной колодки представляет собой основание в виде стального каркаса имеющие скобу и бурты, приваренные к наружной поверхности, дугообразное тело состоящие из 6 отдельных фрикционных сегментов, закреплённых на стальном каркасе с помощью медных шпилек проходящие через каркас и фрикционный элемент на сквозь. Фрикционные элементы выполнены из серого чугуна, образуют дугообразное тело с зазором между собой 0,5-3,0 мм, шпильки из меди без химических примесей, диаметром 20 мм. Диаметр шпилек выбирался на основании проверочного прочностного расчёта действующих усилий при торможении на сжатие и срез. Также, за счёт медных шпилек, проходящих на сквозь тормозной колодки, наблюдается эффект повышения теплоотдачи от поверхности торможения, что снижает вероятность образования дефектов на реборде колеса от перегрева, повышает ресурс тормозной колодки, кроме того, за счёт частичного переноса меди в процессе торможения на реборду колеса и рельс снижается риск образования дефектов на поверхности катания колеса, так как предлагаемая конструкция тормозной колодки имеет более высокую абразивную стойкость, по сравнению с материалом обода колеса, что позволяет в процессе торможения контактной поверхности (поверхности катания) подвергаться постоянному очищению от загрязнений и удалению поверхностного дефектного слоя.

Для сравнительного анализа процесса теплопереноса при торможении стандартной чугунной тормозной колодки и предложенной конструкции проводилось моделирование при помощи программы «LVMFLOW». Это профессиональная САМ-система трёхмерного моделирования литейных процессов, реализующая широкий спектр технологий в литейном производстве, также позволяет моделировать процессы теплопереноса.

Результаты моделирования подтверждают большую эффективность теплоотвода от рабочей поверхности.

Тем не менее, требуется более обширный анализ свойств фрикционных материалов, применяемых при изготовлении тормозных колодок, доработка конструкции, а также более углублённое моделирование процесса торможения предлагаемых конструкций ТК.

### **Список литературы**

1. Сцепление колеса с рельсом: монография / Голубенко О.Л., Киев: ВЮЛ, 1993. – 448 с.
2. Формирование структуры и свойств чугунных мотор-вагонных тормозных колодок при литье с направленным затвердеванием от холодильников. Медведев К.А., Никитин А.Ю. Политранспортные системы: материалы VII Всерос. научн. - техн. конф. С.457 – 463.
3. Исследование износостойкости тормозных колодок. Чернов Н.М., Медведев К.А., Никитин А.Ю. Трибофатика = Tribo – fatigue: труды VI Междунар. симп. по трибофатике МСТФ-2010. Минск, 25 окт. – 1 нояб. 2010 г. В 2 ч. Ч.1/ редкол.: М.А. Журавков (пред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2010. С.333-334.

## **РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА С РОЛИКОВЫМ СТАНКОМ ДЛЯ КОЛЕСНОГО ДВИЖИТЕЛЯ МАШИНЫ**

**С.В. Казакевич, Н.А. Маслов**

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинального универсального стенда с роликовым станком для колёсного движителя машины.*

*Ключевые слова: тяговый расчёт, стенд, роликовый станок, колёсный движитель, машина*

Тяговые расчёты - важные виды расчётов при создании и модернизации подъёмно-транспортных, путевых, строительных, дорожных и других самоходных машин. Они позволяют выбрать величины параметров машин для обеспечения требований технического задания. Для грамотного выполнения тяговых расчётов машин необходимо качественное освоение их методик. Это возможно в процессе интерактивного обучения на оригинальных учебных стендах и тренажёрах в ВУЗе.



Цель работы - разработка универсального стенда с роликовым станком для колёсного двигателя машины.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (важность тягового расчёта при создании и модернизации подъёмно-транспортных, путевых, строительных и дорожных машин; разработка классификации двигателей машин; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ станков и нагрузочных устройств по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа станка; разработка комбинированной объединённой схемы стенда, и составление описания к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы стенда и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров устройства универсального стенда методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях); выбор комплектующих стенда (в т.ч. нагрузочного устройства, элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование универсального стенда (прочностные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения универсального стенда.

6. Разработка инструкции по эксплуатации универсального стенда.

Идея работы заключается в создании универсального стенда, выполняющего функции учебного стенда, спортивного тренажёра (для имитации гребли на байдарке) или средства индивидуального передвижения (машины) на колёсном, гусеничном и рельсовом ходу, а также в стационарном исполнении на станке. Тема работы соответствует концепции воспитательной работы в университетских комплексах Федерального агентства железнодорожного транспорта и программе развития факультета Управление транспортно-технологическими комплексами Сибирского государственного университета путей сообщения. Предлагаемая концепция универсального стенда реализует принцип обучения через физическое

воспитание, предлагает оригинальный способ индивидуального передвижения с пользой для здоровья и без вреда для экологии [1-3].

Объект исследования – универсальный стенд с роликовым станком.

Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности универсального стенда.

Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта универсального стенда.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы универсального стенда теоретические результаты математического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров стенда определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции универсального стенда, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта универсального стенда. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [4-8].

### **Список литературы**

1. Алимбекова М.Ф., Маслов Н.А. Применение метода численного моделирования при определении параметров универсальной машины для новых технических видов спорта // Цифровые трансформации в образовании (E-Digital Siberia'2020): материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 23 апреля 2020 г.). Сиб. гос. ун-т путей сообщения. – Новосибирск : Изд-во СГУПС, 2020. – С.5-11.
2. Алимбекова М.Ф., Маслов Н. А. Имитационное моделирование механического привода универсальной машины для новых технических видов спорта // "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях": материалы международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. - 441 с., С.16-21.
3. Казакевич, С.В., Маслов, Н.А. Сравнительный анализ конструкций станков и нагрузочных устройств колёсного движителя машины универсального стенда // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – С.221-225.

4. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, С.17-20.
5. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Повышение эффективности подготовки инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт, 2019. - № 5, С.29-34.
6. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н. А. Реализация цифровых технологий ремонта пути // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 10, С.16-19.
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Инновационные разработки студенческого научного объединения СГУПС - производству // Железнодорожный транспорт, 2020. - № 3, С.68-72.
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н. А. Студенческая наука - производству // Путь и путевое хозяйство, 2020. - № 7, С.34-37.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ГИДРОУДАРНЫХ УСТРОЙСТВ АКТИВНОГО КОВША ЭКСКАВАТОРА ПОГРУЗЧИКА

П.А. Литенко, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинальной системы гидроударных устройств экскаватора-погрузчика с активным ковшом.*

*Ключевые слова: ковш активного действия, система гидроударных устройств, гидроударное устройство, экскаватор-погрузчик, ударная мощность*

Использование экскаваторов и экскаваторов-погрузчиков при разработке прочных и смёрзшихся пород затруднительно или невозможно без предварительной подготовки их к выемке. В таких случаях необходимо уменьшить прочность массива, путём применения дополнительных машин или технологий разупрочнения и разрушения породы. Актуальность работы обусловлена потребностью расширения номенклатуры машин для отраслей производства с ограничением на взрывные работы, например, для угледобывающего сектора, сферы дорожного строительства (строительство дорог в горных и других условиях с обеспечением непрерывного движения транспорта),

коммунального хозяйства (разработка мёрзлых грунтов вблизи зданий и сооружений) и др. [1-7]

Цель работы - разработка системы гидроударных устройств (СГУ) ковша активного действия (КАД) экскаватора-погрузчика (в качестве базовой машины принят экскаватор-погрузчик 2-й размерной группы САТ 428Е с ковшом ёмкостью 0,25 м<sup>3</sup>).

Задачи работы: 1. Обзор способов разупрочнения и разрушения прочных горных пород, а также смёрзшихся мягких и рыхлых пород в зимнее время года; анализ принципиальных схем КАД; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования). 2. Разработка комбинированной объединённой схемы гидроударной системы экскаватора-погрузчика (требования, предъявляемые к гидроприводу КАД; разработка комбинированной объединённой схемы системы гидроударных устройств и составление описание к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы гидроударной системы КАД экскаватора-погрузчика и составление описание к блок-схеме). 3. Оптимизация параметров системы гидроударных устройств методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования. Разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях; выбор комплектующих системы гидроударных устройств (в т.ч. элементов системы управления и измерительной системы). 4. Проверочные расчёты (выбор варианта конструктивного исполнения ГУ; прочностной расчёт элементов СГУ; расчёт соединений). Конструирование и компьютерное моделирование системы гидроударных устройств (проверочные расчёты, описание к графической части работы). 5. Определение стоимости комплектующих и изготовления, стоимости эксплуатации и экономического эффекта от внедрения системы гидроударных устройств. 6. Разработка правил безопасной эксплуатации экскаватора-погрузчика с активным ковшом (общие требования; требования безопасности при проведении работ с гидравлическим оборудованием; требования безопасности при работе с СГУ КАД).

Идея работы заключается в создании экологичного, безопасного и универсального КАД с СГУ, выполняющего разрушение пород повышенной крепостью наиболее перспективным способом, реализующим удар и резание для расширения области применения экскаваторной техники.

Объект исследования – СГУ КАД экскаватора-погрузчика. Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности ГУ и систем на его базе (СГУ). Цель исследования – разработка СГУ КАД экскаватора-погрузчика. Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы СГУ теоретические результаты математического и имитационного моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров ГУ определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции СГУ, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработана СГУ КАД экскаватора-погрузчика. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения.

### **Список литературы**

1. Белоногов Л.Б. Янковский Л.В. Машины и оборудование для разработки мерзлых грунтов: учебное пособие. - Пермь, 2000. - 148 с.
2. Маттис А.Р. и др. Безвзрывные технологии открытой добычи твёрдых полезных ископаемых. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007.- 337 с.
3. Городилов Л.В. Разработка основ теории гидроударных систем объёмного типа для исполнительных органов горных и строительных машин: автореф. Диссертации д-ра техн. наук. – Новосибирск, 2010. – 42 с.
4. Галдин Н.С. Многоцелевые гидроударные рабочие органы дорожностроительных машин: монография. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2005. – 223 с.
5. Маслов Н.А. Современные способы питания и управления параллельно работающих гидравлических двигателей и устройств горных строительных и дорожных машин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. Науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск [Текст] : сб. материалов в 8 т. Т. 2 : Национальная науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология». – Новосибирск: СГУГиТ, 2020. – С.24-31.
6. Городилов Л.В., Маслов Н.А., Першин А.И. Моделирование режимов работы системы гидроударных устройств ковша активного действия гидравлического экскаватора // Перспективы инновационного развития угольных регионов России [Электронный ресурс]: Сборник трудов VII

Международной научно-практической конференции. – Прокопьевск: филиал КузГТУ в г. Прокопьевске, 2020. – 1 электрон. Опт. Диск (CD-R). – Загл. С этикетки диска. – 15 экз., С.77-83.

7. Городилов Л.В., Маслов Н.А., Коровин А.Н. Оценка параметров системы гидроударных устройств ковша активного действия при прямом подключении к гидросистеме экскаватора II размерной группы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Междунар. науч. конгр., 18 июня – 8 июля 2020 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 2 : Национальная науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Экономика. Геоэкология». – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – С.45-51.

## РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕВОЙ МАШИНЫ

И.В. Молотков, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинального инженерного обеспечения технологической безопасности путевой машины.*

*Ключевые слова: инженерное обеспечение, технологическая безопасность, путевая машина, система пожаротушения*

На большинстве путевых машин (далее – ПМ) нет инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированных систем пожаротушения) [1-5]. Например, на ПМ устанавливают переносные огнетушители, применение которых ситуативно. Если произойдёт возгорание на большой площади в ПМ, ёмкости таких огнетушителей может оказаться недостаточно.

Цель работы – разработка инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. разработка методического и материального обеспечения пожаро- и взрывобезопасности гидроприводов ПМ).

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (оценка технологических опасностей ПМ, в т.ч. пожарной опасности веществ и материалов по ГОСТ; обзор

диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач выпускной квалификационной работы; объект, предмет, цель и гипотеза исследования).

2. Информационный патентный поиск, анализ по сформулированным критериям способов и обзор возможного инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. средств пожаротушения мобильных машин); выбор аналога и прототипа инженерного обеспечения ПМ; разработка комбинированной объединённой схемы системы инженерного обеспечения ПМ и составление описания к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы инженерного обеспечения ПМ и составление описания к блок-схеме).

3. Оптимизация параметров инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ методами численного (в программах MathCAD, Excel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования. В т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях; выбор комплектующих инженерного обеспечения ПМ (в т.ч. элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (проверочные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ.

6. Разработка инструкции по эксплуатации инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ.

Объект исследования – инженерное обеспечение технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированные системы пожаротушения). Предмет исследования – принципиальные схемные, параметрические и конструктивные особенности инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированных систем пожаротушения). Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированной системы пожаротушения). Гипотеза исследования: «Полученные теоретические результаты математического и имитационного моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч.

автоматизированной системы пожаротушения) определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированной системы пожаротушения), решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта инженерного обеспечения технологической безопасности ПМ (в т.ч. автоматизированной системы пожаротушения).

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [6-13].

### **Список литературы**

1. Громаков Е.И., Зебзеев А.Г. Проектирование автоматических систем управления технологической безопасностью: учебное пособие / Е.И. Громаков, А.Г. Зебзеев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 173 с.
2. Проектирование системы противоаварийной защиты (СПАЗ): метод. указ. компании ПАО «НК»Роснефть» № П1-01.04 М-0084 версия 1. – М., 2017.
3. Ицкович Э.Л. Необходимые свойства систем противоаварийной защиты производственных объектов // Автоматизация в промышленности / Э.Л. Ицкович. – № 2. – 2016.
4. Rausand M. Reliability of Safety-Critical Systems: Theory and Applications. – Willey, 2014. – 448 с.
5. Молотков, И.В., Маслов, Н.А. Обеспечение пожаро и взрывобезопасности гидроприводов машин [Текст] / И.В. Молотков, Н.А. Маслов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – С. 236-240.
6. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, С.17-20.;
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Достойный вклад в инновационное развитие // Железнодорожный транспорт, 2021. - № 6, с.59-61.
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Талантливая молодёжь Сибири - транспорту будущего // Путь и путевое хозяйство, 2022. - № 4, С.36-37.



## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ УСПОКОИТЕЛЕЙ ДЛЯ ГРУЗОЗАХВАТНЫХ УСТРОЙСТВ ШТУЧНЫХ И НАСЫПНЫХ ГРУЗОВ

Э.О. Норбу, В.А. Шарутина

Сибирский государственный университет водного транспорта,

[enorbu00@mail.ru](mailto:enorbu00@mail.ru)

*Аннотация: выполняется анализ конструкций успокоителей грузовых захватных устройств для штучных и насыпных грузов. На основе анализа предлагаются варианты их использования в различных типах кранов.*

*Ключевые слова: насыпные грузы, штучные грузы, успокоитель, грузозахватное устройство.*

В данной работе рассматриваются разновидности успокоителей грузозахватных устройств и их особенности. При перегрузочных работах металлоконструкции порталных кранов и их механизмы испытывают большие нагрузки. При отклонении канатов от положения равновесия, натяжения в них создают горизонтальные составляющие, обуславливающие несимметричности схем нагружения. Дополнительные нагрузки от раскачивания грузов, особенно при совмещении рабочих движений поворота и изменения вылета, требуют значительного увеличения затрат мощности их приводов. Эти дополнительные нагрузки могут привести к снижению грузовой устойчивости кранов. Предполагается, что с помощью успокоителя реально уменьшить рабочие нагрузки, которые действуют на механизмы крана, что позволит повысить продолжительность их эксплуатации. Уменьшение рабочих нагрузок приведёт к снижению затрат на эксплуатацию крана. Само устройство успокоителя должно быть простым в эксплуатации и обслуживании, иметь незначительный вес и габаритные размеры [1,2].

Рассмотрим виды успокоителей грузозахватных устройств.

Пассивный успокоитель. При естественном затухании колебаний, стабилизация грузозахватного устройства происходит не быстро и обусловлено параметрами внутреннего трения в самом грузозахватном устройстве и его подвесе. Пассивный успокоитель в основном используется для стреловых кранов. Чаще всего они используются на кранах, которые работают с грейферами. Кроме этого, они также применимы в работе с крупногабаритным штучным грузом. Успокоитель выполняет функции стабилизации грузозахватного

устройства и снижение рабочих нагрузок, действующих на все конструктивные элементы крана. Устройство представляет собой балластный груз (контргруз), который движется по направляющим (шахте успокоителя) по стеле крана и соединён с блоками полиспаста, удерживающего канат, который присоединён к грузозахватному устройству.

Активный успокоитель. В конструкцию активного успокоителя включаются две реверсивных приводных лебёдки, регулируемых в обоих направлениях. На барабанах лебёдок закрепляются два удерживающих каната, которые фиксируются на концах траверсы грузозахватного устройства. Такие успокоители можно устанавливать на башенных и самоходных кранах. На башенных кранах лебёдку и отводные блоки размещают на башне, а на самоходных кранах - непосредственно на стреле.

Устройства для вращательного ориентирования грузозахватных устройств. Ориентирование грузозахватных устройств необходимо в том случае, когда перемещаемый груз должен быть определённым образом размещён в месте установки. Такими грузами являются длинномеры: лесные грузы, контейнеры, трубы, фасонный прокат. Существует ряд конструкций для совершения принудительного вращения грузозахватных устройств, но они сложны по конструкции, в эксплуатации, имеют довольно большие размеры и, что немаловажно, требуют больших затрат.

Крюковое грузозахватное устройство с планетарным механизмом вращения крюка. Крюковое грузозахватное устройство с планетарным вращением крюка включает в конструкцию вертикальный электродвигатель, который через двухрядный планетарный редуктор и фрикционную постоянно замкнутую муфту передаёт вращение втулке. Она опирается на подпятник, несущий поворотные кулачки. Поворотные кулачки передают движение крюку, вращающемуся во втулке на подпятнике. При откинутых кулачках крюк отключается от привода. Такое конструктивное решение предотвращает восприятие хвостовиком крюка крутящего момента. Планетарная передача применена для повышения компактности, но с применением такой передачи возрастает и цена данного механизма [3].

Рассмотренные конструкции успокоителей универсальных грузозахватных устройств штучных и насыпных грузов, могут быть применимы на всех типах кранов.

## Список литературы

1. Буренок В.Д. Грузоподъемные и транспортирующие машины речных портов: учеб. пос. / В.Д. Буренок, А.А. Наприенко, В.А. Шарутина, Л.А. Шутова. – Новосибирск: Изд-во ФБОУ ВПО НГАВТ, 2012. – 371 с.
2. Синьковский, Н.М. Основы технической эксплуатации ПТМ [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Н. М. Синьковский, А.С.Аверин.–38с.–Режим доступа:<http://www.bibliocomplectator.ru/book/&id=46301>.
3. Патент на электромеханический разворотчик-упокоитель раскачивания грузозахватного органа. [Электронный ресурс]: Патент изобретения – Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2048421>

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПОДРЕЗАНИЯ ЗУБЬЕВ ПРИ 3-D МОДЕЛИРОВАНИИ СПИРОИДНОЙ ПЕРЕДАЧИ

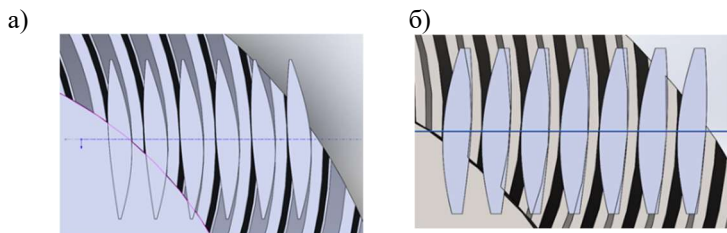
А.Г. Панова, В.Ю. Игнатиюгин

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[angelmail.panova@yandex.ru](mailto:angelmail.panova@yandex.ru)

*Работа направлена на анализ способов изменения геометрии зуба спироидного колеса для исключения подрезания ножки зуба. Рассмотрены возможности использования 3-D моделирования зубьев спироидного колеса для определения «идеального зацепления» без изготовления натуральных образцов спироидных передач.*

*Ключевые слова: спироидная передача, 3-D моделирование, подрезание, подрезание ножки зуба.*

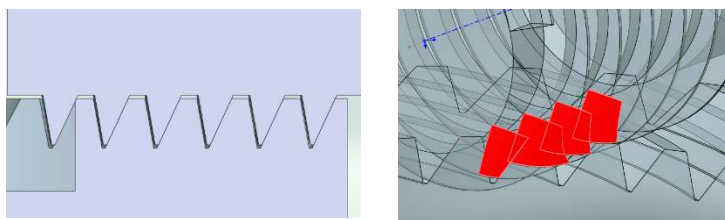
Цифровизация производства требует всестороннего анализа продукции ещё на этапе её проектирования. Несомненно, 3-D технологии позволяют полностью проанализировать и разрабатываемые спироидные передачи. В частности, и на наличие подрезания ножек зубьев спироидных колёс. Для примера на рисунке 1а показана 3-D модель спироидного зацепления без подрезания, а на рисунке 1б – с подрезанием ножек зубьев колеса.



*Рисунок 1 – Сечение червяка по поверхности зуба колеса в различных передачах:*

*а – пример передачи без подрезания зубьев; б – пример интерференции поверхностей элементов передачи, приводящей к подрезанию зубьев.*

Созданные трёхмерные модели, позволяют оперативно изменять параметры передачи и отслеживать их влияние на величину подрезания, что в разы упрощает процесс поиска «идеального зацепления», для передачи с любыми параметрами. Для создания «идеального зацепления» необходимо и достаточно, чтобы в процессе формирования зуба колеса участвовало только нормальное сечение витка фрезы. Признаками «идеального зацепления» являются: одинаковая толщина и наклон зуба по всей его длине, отсутствие интерференции боковой поверхности зубьев с червяком (Рисунок 1а), равномерный контакт зубьев колеса и витка червяка в каждом сечении (Рисунок 2а), равномерное распределение пятен контакта во всех полностью контактирующих парах (Рисунок 2б) [1].



*Рисунок 2 – Признаки идеального зацепления:*

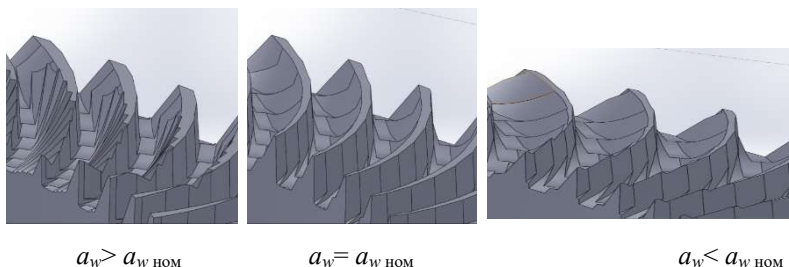
*а – контакт зубьев колеса и витков червяка; б – пятна контакта передачи*

В ходе исследований было выявлено четыре способа изменения геометрии зуба колеса влияющих на величину подрезания:

- изменением межосевого расстояния;
- изменением диаметра венца колеса;
- изменение диаметра червяка;

- изменение угла наклона профиля винтовой линии фрезы.

Межосевое расстояние - один из входных параметров для расчёта передачи, под него с помощью эмпирических коэффициентов подбирается диаметр и ширина венца колеса. Наружный диаметр колеса ограничен только габаритами передачи и его увеличение практически не влияет на геометрию зацепления, в то время как уменьшение внутреннего диаметра венца, приводит к увеличению интенсивности подрезания у основания зуба колеса, что увеличивает пятно контакта в первой паре и уменьшает его в последующих парах зацепления (Рисунок 2б). Неравномерная нагрузка на витки червяка увеличивает его износ, большая нагрузка на зуб, особенно в ослабленной зоне, возникшей из-за уменьшения сечения при подрезании, увеличивает вероятность его излома. Таким образом, при контроле размеров колеса, основное внимание необходимо уделять внутреннему диаметру венца. Изменение межосевого расстояния возможно только в узких пределах (Рисунок 3), и необходимость в ней возникает только при значительных, обусловленных конструктивно изменениях диаметра колеса или ширины венца, для нахождения величины соответствующей зубу колеса оптимальной толщины [2].



*Рисунок 3 – Влияние изменения межосевого расстояния на геометрию  
зуба колеса*

Диаметр червяка также влияет на интенсивность подрезания. Так уменьшение диаметра положительно влияет на геометрию зацепления, однако это в свою очередь снижает его ресурс, максимальный вращающий момент и увеличивает его изгиб при работе передачи.

Изменение угла наклона профиля винтовой линии фрезы, самый простой способ оптимизировать геометрию зацепления. Так увеличение углов наклона профиля винтовой линии значительно уменьшает интенсивность подрезания, однако приводит к увеличению радиальных нагрузок на подшипники червячного узла. Малый угол наклона зуба

колеса способствует нагнетанию смазки в зацепление, что очень важно при продолжительной работе передачи [3].

Таким образом, единственно верного способа решить проблему создания идеального зацепления спироидной передачи не существует, так как геометрия передачи зависит от комплекса параметров и требует рассмотрения в каждом случае проектирования передачи.

### **Выводы**

Анализ зацепления передачи предложенным способом не требует покупки дорогостоящего оборудования и труда высококвалифицированных работников, так как позволяет относительно простым способом строить модели передач любого типоразмера и производить их модификации.

Наибольшее применение данный метод анализа должен найти в мелко и среднесерийном производстве редукторов и приводов на основе спироидных передач.

### **Список литературы**

1. Гольдфарб В.И. Основы теории автоматизированного геометрического анализа и синтеза червячных передач общего вида. / Дисс. ... д-ра техн. наук, Ижевск, 1985. 415 с.
2. Георгиев А.Н. Передачи спироидные с цилиндрическими червяками. Расчёт геометрии. – М. 1977. 86 с.
3. Анферов В.Н. Создание приводов подъёмно-транспортных машин на основе спироидных передач. / Дисс. ... д-ра техн. наук. Новосибирск, изд-во СГУПС, 2002. 278 с.

## **РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА НАТЯЖЕНИЯ ВЫГРЕБНОЙ ЦЕПИ ЩЕБНЕОЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ**

Р.А. Почтаренко, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
apra.yuyu@mail.ru; namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинального устройства для натяжения выгребной цепи щебнеочистительной машины.*

*Ключевые слова: щебнеочистительная машина, выгребная цепь, устройство натяжения выгребной цепи, устройство.*

Огромная протяжённость железных дорог России вызывает необходимость в высокоэффективных щебнеочистительных машинах (далее по тексту - ЩОМ) для ремонтно-восстановительных работ, обеспечивающих стабильность пути и экономию балластного материала на основе ресурсосберегающих технологий. Эти технологии предусматривают полное восстановление дренающих свойств балластной призмы, основной площадки земляного полотна с помощью комплекса машин для глубокой очистки щебня, в том числе машины ЩОМ-1200, СЧ-600, СЧ-601, РМ-80. В процессе глубокой вырезки балласта существует проблема недостаточного натяжения баровой цепи. Это приводит к слёту баровой цепи, и как следствие, к отказу выгребного устройства и остановке рабочего процесса.

Цель работы - разработка устройства натяжения выгребной цепи ЩОМ.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (значимость ЩОМ при ремонте пути; назначение устройств натяжения цепей; изучение физики отказов и анализ неисправностей ЩОМ; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ способов натяжения цепей и конструкции натяжных устройств по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа устройства; анализ способов защиты приводов цепей от динамических нагрузок по сформулированным критериям; выбор аналога и прототипа устройства натяжения выгребной цепи; разработка комбинированной объединённой схемы устройства натяжения выгребной цепи, и составление описания к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы устройства и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров устройства натяжения выгребной цепи методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях); выбор комплектующих устройства.

4. Конструирование и компьютерное моделирование устройства натяжения выгребной цепи (проверочные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения устройства натяжения выгребной цепи.

6. Разработка инструкции по эксплуатации устройства натяжения выгребной цепи.

Идея работы заключается в создании устройства натяжения выгребной цепи для предотвращения слёта баровой цепи, отказа выгребного устройства и остановке рабочего процесса вырезки балласта ЩОМ [1-3].

Объект исследования – устройство для натяжения выгребной цепи ЩОМ. Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности устройства для натяжения выгребной цепи. Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта устройства для натяжения выгребной цепи. Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы устройства натяжения выгребной цепи теоретические результаты математического моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров устройства для натяжения выгребной цепи определять необходимые для его проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схема, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции устройства натяжения выгребной цепи, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта устройства натяжения выгребной цепи. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [4-8].

### **Список литературы**

1. Почтаренко, Р.А. Анализ неисправностей щебнеочистительных машин [Текст] / Р. А. Почтаренко // Наука и молодёжь XXI века : материалы XX науч.- техн. конф. студентов и аспирантов (Новосибирск, 10-12 ноября 2021 г.). Ч. I. Технические науки. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2022.
2. Почтаренко, Р.А. Анализ статистики неисправностей щебнеочистительных машин [Текст] / Р.А. Почтаренко // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – 283 с., С.58-62.



3. Почтаренко, Р.А. Физика отказов щебнеочистительных машин [Текст] / Р. А. Почтаренко // *Аэрофизика. Фотоника и квантовые оптические технологии. Физика плазмы. Физика твердого тела. Теплофизика. Физические методы в естественных науках и материаловедении. Физика элементарных частиц, астрофизика и космология. Инструментальные методы и техника экспериментальной физики* : Материалы 60-й Междунар. науч. студ. конф. 12–23 апреля 2021 г. / Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2022.
4. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Инновационные разработки студенческого научного объединения СГУПС - производству // *Железнодорожный транспорт*, 2020. - № 3, С.68-72.;
5. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Студенческая наука - производству // *Путь и путевое хозяйство*, 2020. - № 7, С.34-37.;
6. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Чемпионы из Сибири / *Путь и путевое хозяйство*, 2021. - № 6, С.39-40.;
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Достойный вклад в инновационное развитие // *Железнодорожный транспорт*, 2021. - № 6, С.59-61.;
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Талантливая молодёжь Сибири - транспорту будущего // *Путь и путевое хозяйство*, 2022. - № 4, С.36-37.

## РАЗРАБОТКА ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЛЬСОШЛИФОВАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

В.С. Приходько, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, алгоритм работы оригинальных измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки, составлено описание к ним.*

*Ключевые слова: система измерительная, система управления, установка рельсошлифовальная, схема, алгоритм*

Рельсошлифовальный поезд - вид подвижного состава железных дорог, предназначенный для ликвидации поверхностных дефектов и волнообразных неровностей на поверхности головок рельсов, уложенных в путь, путём шлифования их абразивными кругами

(камнями) [1-3]. Стоимость экспериментальных исследований при создании новых типов рельсошлифовальных поездов может быть уменьшена при использовании методов математического и физического моделирования на экспериментальной установке. Одним из этапов создания экспериментальной рельсошлифовальной установки для полигона Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС) является разработка измерительной системы и системы управления установкой.

Цель работы - разработка измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки.

Задачи работы:

1. Разработка алгоритма работы рельсошлифовальной установки;
2. Разработка комбинированных функциональных схем измерительной системы и системы управления, составление описания к схемам, определение параметров и выбор комплектующих измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки;
3. Разработка комбинированной объединённой и общей схем, чертежа общего вида рельсошлифовальной установки с измерительной системой и системой управления, составление описания к схемам.

Измерительная система рельсошлифовальной установки выполняет измерение (параметров физических процессов) и хранение информации (результатов измерения), путём: первичного измерительного преобразования физических величин (дискретное положение, частота вращения, температура, давление) в электрические (напряжение постоянного и переменного электрического тока); первичного преобразования одних электрических величин (переменный ток и напряжение) в другие (напряжение постоянного электрического тока); вторичного преобразования электрических величин (напряжение постоянного тока) в цифровой код; ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации (результатов измерения) с использованием персонального компьютера. Система управления рельсошлифовальной установки выполняет управление приводами ходового и рабочего оборудования установки по заданному алгоритму, путём: преобразования цифровых кодов в электрические величины (напряжение постоянного тока); первичного измерительного преобразования физических величин (дискретное положение, частота вращения, температура, давление) в электрические (напряжение постоянного и переменного электрического тока); первичного преобразования одних электрических величин (переменный ток и напряжение) в другие (напряжение постоянного электрического тока);

вторичного преобразования электрических величин (напряжение постоянного тока) в цифровой код; ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации (результатов измерения) с использованием компьютера.

Объект исследования – измерительная система и система управления рельсошлифовальной установки. Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки. Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки. Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки теоретические результаты расчётов позволяют по ограниченному количеству параметров систем установки определять необходимые для ее проектирования основные характеристики». В работе предложены оригинальные принципиальные схемы и алгоритмы работы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции измерительной системы и системы управления рельсошлифовальной установки, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта рельсошлифовальной установки. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» СГУПС [4-8].

### **Список литературы**

1. Царев, Н.С. Обзор процесса шлифования рельсов в пути // Научные и междисциплинарные исследования, 2020. - № 3-1, С.71-76.
2. Матафонов, А.В., Пыко, А.Н., Ильиных, А.С. Технологическое обеспечение качества поверхности рельсов при шлифовании в условиях железнодорожного пути // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Машиностроение, 2015. - № 1, Т.15, С.80-92.
3. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, С.17-20.
4. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Реализация цифровых технологий ремонта пути // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 10, С.16-19.

5. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Инновационные разработки студенческого научного объединения СГУПС - производству // Железнодорожный транспорт, 2020. - № 3, С.68-72.;
6. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Студенческая наука - производству // Путь и путевое хозяйство, 2020. - № 7, С.34-37.;
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Достойный вклад в инновационное развитие // Железнодорожный транспорт, 2021. - № 6, С.59-61.;
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Талантливая молодёжь Сибири - транспорту будущего // Путь и путевое хозяйство, 2022. - № 4, С.36-37.

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ГИБКОЙ ОБЕЧАЙКИ ВАЛЬЦА ДОРОЖНОГО КАТКА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫБОР ЕЁ МАТЕРИАЛА

А.С. Речицкий, С.В. Речицкий

Сибирский государственный университет путей и сообщения,  
[ASRechitskiy@mail.ru](mailto:ASRechitskiy@mail.ru), [sior@mail.ru](mailto:sior@mail.ru).

*В работе рассматриваются особенности работы гибкой обечайки вальца дорожного катка и возникающие при этом в её материале напряжения. Рассмотрено влияние толщины гибкой обечайки на возникающие при её работе внутренние напряжения. На основе этого рекомендуются ориентировочные материалы, пригодные для изготовления гибкой обечайки вальца дорожного катка.*

*Ключевые слова: дорожные катки, дорожно-строительная техника, дорожное покрытие.*

Развитие дорожного машиностроения связано с созданием новых образцов дорожной техники, поэтому наряду с традиционными конструкциями дорожных катков создаются катки с уплотняющими вальцами принципиально нового конструктивного исполнения, обеспечивающие изменение давления в зоне контакта с уплотняемым материалом за счёт изменения радиуса кривизны обечайки вальца [1; 2; 3]. Это катки с гибкой обечайкой вальца, деформация которой производится специальными механизмами. [4]

Деформирующаяся гибкая обечайка вальца дорожного катка имеет сложное напряжённое состояние. Основными силовыми факторами, влияющими на прочностные характеристики такой обечайки вальца,

являются изгибающие моменты. Поскольку вальцы изготовлены из стали, то весьма важно при проектировании катков определить оптимальную толщину обечайки при приемлемых, с точки зрения прочности, значениях распорных сил и вариаций её кривизны в зоне контакта с опорной поверхностью. Свободная деформация гибкой обечайки уплотняющего вальца должна быть соизмерима с возможностью использования резервов прочности материала такого вальца при обеспечении необходимого диапазона изменения его кривизны. Минимальное значение толщины обечайки вальца ограничено возможностью потери формы при сосредоточенном приложении нагрузки, например, при переезде через бордюрный камень, наезде на выступающий колодец и т.п. Кроме того, при тонкой обечайке её износ, который ориентировочно составляет до 1 мм в год, будет заметно сказываться на изменении её жёсткости и прочности, поэтому при изготовлении гибкого вальца катка к расчётному значению толщины обечайки следует добавлять 1 – 2 мм материала. Гибкая обечайка вальца находится в условиях стеснённого деформирования и при этом в ней образуются деформации растяжения в окружном направлении, которые существенны для изменения формы гибкой обечайки вальца под нагрузкой. Нагрузочная способность гибкого вальца в основном лимитируется прочностью гибкой обечайки. Гибкая обечайка, несмотря на простоту конструкции, является сложной деталью, работающей в весьма тяжёлых условиях. Приложение рабочей нагрузки существенно меняет картину деформации гибкой обечайки и величину первоначально возникших напряжений. Прежде всего, появляются местные напряжения изгиба обода обечайки вальца. Распределение местных напряжений изгиба стенки обечайки по поверхности обечайки из-за её контакта с уплотняемым материалом становится несимметричным. Под действием крутящего момента в гибкой обечайке возникают напряжения кручения, различным образом распределяющиеся по её длине. При расположении участков возникновения усталостных разрушений гибкого вальца в зоне наибольшей деформации обечайки опорными роликами в них будут действовать наибольшие нормальные напряжения (от изгиба), изменяющиеся по несимметричному циклу, и близкие к наибольшим касательные напряжения, изменяющиеся по пульсирующему циклу. В случае одинаковой деформации обечайки по горизонтальной линии, проходящей через её ось, напряжения будут носить симметричный характер. Толщина стенки гибкой обечайки существенно влияет на соотношение между указанными напряжениями в рассматриваемой зоне. Увеличение толщины обечайки приводит к увеличению

нормальных напряжений в обечайке, но к уменьшению касательных напряжений. Уменьшение толщины обечайки приводит в этих же местах к уменьшению нормальных напряжений и к увеличению касательных напряжений. Если исходить из требования об обеспечении одинакового допустимого уровня номинальных напряжений в гибкой обечайке вальца при её деформации, то с увеличением числа опорных роликов статическая нагрузка на них от веса катка уменьшится и распределится более равномерно по внутренней поверхности гибкой обечайки, а, следовательно, появляется возможность безопасного увеличения относительной деформации гибкой обечайки опорными роликами и уменьшения толщины её стенки. Частота изменения напряжений за один оборот гибкой обечайки, зависит от числа мест деформации обечайки вальца. Таким образом, все действующие в гибкой обечайке напряжения являются переменными и её работоспособность, как и работоспособность всего вальца с деформируемой обечайкой, определяется усталостью материала. Указанные обстоятельства требуют при расчёте на прочность гибкой обечайки вальца дорожного катка учитывать особенности действия напряжений при контакте вальца с уплотняемым материалом. Весьма малая относительная толщина гибкой обечайки позволяет рассматривать её как оболочку, и вести определение деформаций и номинальных напряжений в любой её точке методами, разработанными в теории оболочек. Напряжения при изгибе, превышающие предел выносливости, вызывают появление микротрещин, которые возникают в зоне максимальной концентрации напряжений. Появившиеся микротрещины при дальнейшей работе гибкого вальца распространяются вглубь по нормали к переходной кривой и могут служить причиной внезапной поломки и прекращения работы всего механизма гибкого вальца.

Валец катка с изменяемой геометрией с позиций расчёта на прочность представляет собой тонкостенную круговую цилиндрическую оболочку, теория которой хорошо разработана и практически в общем виде применима к расчёту обечайки вальца [5]. Но, так как гибкие вальцы катка могут изготавливаться для различных типоразмеров катков, иметь различный диаметр и толщину обечайки, а, следовательно, иметь различный уровень напряжений в гибком вальце, то остро встаёт вопрос о выборе материала обечайки вальца, обеспечивающего работоспособность гибкого вальца. Расчёт гибкой обечайки вальца во многом схож с расчётом гибкого колеса волновой зубчатой передачи, рекомендации по выбору материала которого можно применить и для выбора материала гибких вальцов дорожного

катка [6]. Эти рекомендации охватывают группы сталей с повышенными механическими свойствами: от среднеуглеродистых (сталь 45) до легированных специальных: штамповых (ХВГ), подшипниковых (ШХ – 15), пружинных (55С2, 60С2, 65Г, 50ХФА), жаропрочных нержавеющей (Х18Н9Т) и др. Для тяжело нагруженных гибких обечаек рекомендуются конструкционные стали повышенной вязкости, которые менее чувствительны к концентрации напряжений. Такими свойствами обладают, например, стали 38ХМЮА, 40ХНМА и подобные им [5]. Средне- и легконагруженные гибкие обечайки можно изготавливать из более дешёвых сталей типов 30ХМА, 30ХГСА. Следует отметить, что стремление применить более дешёвые, но менее прочные материалы может привести не только к увеличению габаритов вальца катка в целом, но и к срыву работоспособности гибкой обечайки, что в обоих случаях экономически нецелесообразно.

### Список литературы

1. Дудкин, М. В. Исследование эффективности дорожного катка, оборудованного гибким вальцом с изменяемым радиусом обечайки [Текст] / М. В. Дудкин, С. В. Речицкий // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева № 2, 2010 - Усть-Каменогорск: изд-во ВКГТУ им. Д. Серикбаева, 2010 г. - 59 – 62 с.
2. Головин А.А. Виброволновые дорожные катки: Конструкция. Теория и расчет. Опыт применения: Монография. Тверь: ТГТУ, 2002. 76 с.
3. Дудкин, М. В. Уплотнение дорожно-строительных материалов катком с изменяемой кривизной вальца в зоне контакта [Текст] / М. В. Дудкин, С. В. Речицкий // Вестник КазНТУ № 3, 2010 - Алматы: изд-во КазНТУ, 2010 г. - 96 – 98 с.
4. Инновационный патент № 21592, Республика Казахстан: а. с. Республики Казахстан №61205. МПК7 E01C 19/26. Валец дорожного катка [Текст] / Дудкин М. В., Гурьянов Г. А., Речицкий С. В., Андреев Ф. В., Невзоров А. С., Понякшев А. А.; заявитель и патентообладатель Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева. - № 2008/0673.1; заявл. 04.06.2008; опубл. 14.08.2009, бюл. №8. – 5 с.: ил.
5. Иванов, М. Н. Волновые зубчатые передачи [Текст] : учеб. Пособие для вузов / М. Н. Иванов. – М.: Высш. школа, 1981. – 184 с.
6. Речицкий, С.В. Рекомендации по выбору материала и определению геометрических параметров гибкой обечайки вальца дорожного катка [Текст] / С. В. Речицкий // Материалы международной научно-технической конференции «Совершенствование конструкций и

системы эксплуатации транспортной техники», посвященной 20-летию диссертационного совета ОД 14.11.01 и 70-летию профессора, академика международной академии транспорта Кабашева Рахимжана Абылкасымовича том 1 – Алматы: изд-во КазАТК, 2010 г. - 192 – 196 с.

## РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВОЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ СПЕЦИАЛЬНОГО САМОХОДНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

И.И. Свяженин, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинальной тепловой защиты силовой гидромеханической передачи специального самоходного подвижного состава.*

*Ключевые слова: тепловая защита, гидромеханическая передача, самоходный подвижной состав, тепловой расчёт, система охлаждения*

К специальному самоходному подвижному составу (далее по тексту - ССПС) – относится железнодорожный подвижной состав для обслуживания устройств и оборудования железных дорог, имеющий автономный двигатель с тяговым приводом в транспортном режиме. На современных типах ССПС, таких как автодрезины, мотовозы, автомотрисы, для передачи вращающего момента от первичного двигателя до колёсных пар применяются гидромеханические силовые передачи. Гидромеханической называется силовая передача, в которой вращающий момент от двигателя передаётся к колёсным парам как механическими, так и гидравлическими элементами [1-5].

Цель работы - разработка тепловой защиты силовой гидромеханической передачи ССПС.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (анализ принципиальных схем систем охлаждения гидромеханических передач по сформулированным критериям; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).



2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ способов тепловой защиты по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа тепловой защиты; разработка комбинированной объединённой схемы силовой гидромеханической передачи с тепловой защитой, и составление описания к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы силовой гидромеханической передачи с тепловой защитой и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров тепловой защиты силовой гидромеханической передачи методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях); выбор комплектующих тепловой защиты силовой гидромеханической передачи.

4. Конструирование и компьютерное моделирование силовой гидромеханической передачи с тепловой защитой (проверочные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения силовой гидромеханической передачи с тепловой защитой.

6. Разработка инструкции по эксплуатации силовой гидромеханической передачи, оснащённой тепловой защитой.

Идея работы заключается в оснащении силовой гидромеханической передачи ССПС тепловой защитой, выполненной в виде воздушной, электромеханической системы охлаждения с использованием регулируемого насоса. Объекты исследования – варианты тепловой защиты силовой гидромеханической передачи ССПС. Предмет исследования – принципиальные схемные, параметрические и конструктивные особенности тепловой защиты силовой гидромеханической передачи ССПС. Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта тепловой защиты силовых гидромеханических передач ССПС. Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы тепловой защиты силовой гидромеханической передачи ССПС теоретические результаты математического и имитационного моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров тепловой защиты определять необходимые для её проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант

конструкции тепловой защиты (системы охлаждения) силовой гидромеханической передачи ССПС, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта тепловой защиты силовой гидромеханической передачи ССПС. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [6-8].

### **Список литературы**

1. Мокин, Н. В. Гидравлические и пневматические приводы : учеб. пособие / Сиб. гос. ун-т путей сообщ. - Новосибирск : СГУПС, 2012. - 173 с.;
2. Мотовоз погрузочно-транспортный МПТ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 77.02.1-00.000.04ТО.-М.: ПКТБ ЦП, 1996.
3. Гидропередача УПП 230-300. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 53-300А-ООТО. - Калуга: ОАО «Калугапутьмаш», 2004.
4. Багажов В.В. Силовые гидромеханические передачи специального самоходного подвижного состава: учебное пособие для профессиональной подготовки. – М.: Маршрут, 2006. – 88 с.
5. Свяженин, И.И., Маслов, Н.А. Разработка и сравнительный анализ вариантов тепловой защиты силовых гидромеханических передач специального самоходного подвижного состава [Текст] / И.И. Свяженин, Н.А. Маслов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – С.176-180.
6. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, С.17-20.;
7. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Повышение эффективности подготовки инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Железнодорожный транспорт, 2019. - № 5, С.29-34.;
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Реализация цифровых технологий ремонта пути // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 10, С.16-19.;

# РАЗРАБОТКА ЗАЩИТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЫПРАВочно-ПОДБИВочно-РИХТОВОЧНОЙ МАШИНЫ ОТ ПРОМЕРЗАНИЯ

Г.А. Соболев, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинальной защиты пневматической системы выправочно-подбивочно-рихтовочной машины от промерзания.*

*Ключевые слова: тепловая защита, пневматическая система, выправочно-подбивочно-рихтовочная машина, промерзание, тепловой расчёт.*

Путевая машина Дуоматик 09-32 - выправочно-подбивочно-рихтовочная машина (далее по тексту - ВПРМ), которая эксплуатируется круглогодично. Пневматическая система этой машины состоит из: рабочей тормозной системы, пневматической контрольно-измерительной системы (далее по тексту – КИС). Выход из строя КИС и (или) тормозной системы приведёт к невозможности эксплуатации машины. При эксплуатации машины зимой возможно при температурах окружающего воздуха ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  образующийся при работе пневмосистемы конденсат интенсивно промерзает, тем самым внезапно останавливая работу пневмосистемы [1-5].

Цель работы – разработка защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (разработка вариантов защиты пневматических систем от промерзания; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, сравнительный анализ способов осушения воздуха и вариантов защиты пневматических систем от промерзания по сформулированным критериям, выбор аналога и прототипа защиты пневматической системы от промерзания; разработка комбинированной объединённой схемы пневматической системы с защитой от промерзания, и составление описания к схеме; разработка блок-схемы алгоритма работы пневматической системы с защитой от промерзания и составление описания к блок-схеме.

3. Оптимизация параметров защиты от промерзания пневматической системы методами численного (в программах MathCAD, Excel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и физического моделирования (в т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях); выбор комплектующих защиты от промерзания пневматической системы.

4. Конструирование и компьютерное моделирование пневматической системы с тепловой защитой (проверочные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения защиты от промерзания пневматической системы.

6. Разработка инструкции по эксплуатации пневматической системы, оснащённой защитой от промерзания.

Идея работы заключается в оснащении пневматической системы ВПРМ дополнительным осушителем воздуха.

Объекты исследования – варианты защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания.

Предмет исследования – принципиальные схемные, параметрические и конструктивные особенности защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания.

Цель исследования – разработка основ теории и методов расчёта защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания.

Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания теоретические результаты математического и имитационного моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров защиты определять необходимые для её проектирования основные характеристики».

В работе предложена оригинальная принципиальная и составлена расчётная схемы, методами численного, имитационного и физического моделирования оптимизированы параметры и разработан вариант конструкции защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания, решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и методы расчёта защиты пневматической системы ВПРМ от промерзания.

Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [6-13].

## Список литературы

1. Мокин, Н. В. Гидравлические и пневматические приводы : учеб. пособие / Сиб. гос. ун-т путей сообщ. - Новосибирск : СГУПС, 2012. - 173 с.
2. Мотовоз погрузочно-транспортный МПТ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 77.02.1-ОО.000.04ТО.-М.: ПКТЬ ЦП, 1996.
3. Гидропередача УГП 230-300. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. 53-300А-ООТО. - Калуга: ОАО «Калугапутьмаш», 2004.
4. Багажов В.В. Силовые гидромеханические передачи специального самоходного подвижного состава: учебное пособие для профессиональной подготовки. – М.: Маршрут, 2006. – 88 с.
5. Соболев, Г.А., Маслов, Н.А. Разработка и сравнительный анализ способов защиты пневматической системы от промерзания [Текст] / Г.А. Соболев, Н.А. Маслов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 10. – С.181-185.
6. Сыров С.В. Нормализация параметров сжатого воздуха для пневмоприводов горных и буровых машин при производстве геологоразведочных работ в сложных климатических условиях: автореф...дис. кан. наук. – М.:2000. – 184 с.
7. Каталог деталей и сборочных единиц Дуоматик 09-32. Москва, 2005. – 250 с.
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н. А. Реализация цифровых технологий ремонта пути // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 10, С.16-19.

## АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРУДОЗАТРАТ НА ЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ ДИСТАНЦИИ ПУТИ ЗСЖД

Е.Н. Тимофеев, А.А. Севостьянов  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[egor.timofeev.2014@mail.ru](mailto:egor.timofeev.2014@mail.ru)

*В условиях обозначенной Стратегии по развитию транспортной отрасли для холдинга ОАО «РЖД» — определено как плановое расширение сети, так и прирост по таким показателям как: грузопоток, осевые нагрузки, межремонтные сроки верхнего строения пути и др. В работе выполнен анализ распределения трудозатрат в*

зависимости от сезона эксплуатации как на линейных участках Западно-Сибирской дирекции инфраструктуры.

Ключевые слова: железная дорога, путевая инфраструктура, организация производства распределение трудозатрат, сложные условия эксплуатации.

Каждый линейный участок можно рассматривать как уникальный объект, относящийся к структурному подразделению дирекции инфраструктуры. Целью функционирования объекта заключается в обеспечении безопасного и бесперебойного движения поездов с установленными скоростями. Для сохранения высокой эффективности выполнения работ по текущему содержанию пути для структурного подразделения важно оптимально распределять ресурсы предприятия. Так как в настоящее время на структурных подразделениях ОАО «РЖД» достаточно низкий уровень механизации и автоматизации (в сравнении с зарубежными странами), особо актуальными является эффективное распределение трудовых ресурсов, в частности работников линейных участков (монтеров пути) [1]. Развёрнутая длина главных путей сведена в таблицу 1.

Таблица 1 – Исследуемые участки

Основные характеристики	Линейные участки
	ПЧ Ч
Развёрнутая длина главных путей, км	190
Класс и код группы	1О (особогрузонапряженная)

Анализ осуществлялся на основе обработки информации из ведомости работ за месяц по линейным участкам за период с 2018-2020 г. (форма ПУ-74) [2]. В первую группу сведены работы, направленные на содержание рельсовой колеи по основным геометрическим параметрам. Во второй группе представлены работы, направленные на снегоборьбу. В третью группу были сведены прочие работы по текущему содержанию пути и связанные с ними трудозатраты [3].

На основе распределения трудозатрат составлены гистограммы, приведённые на рисунке 1.

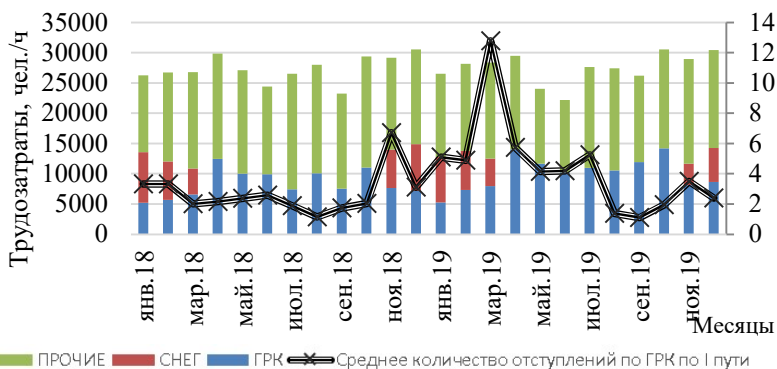


Рисунок 1 – Анализ распределения трудозатрат на ПЧ Ч

В условиях Западно-Сибирской железной дороги выявлено сокращение трудозатрат на геометрию рельсовой колеи в зимний период по причине проведения снегоборьбы. Анализ распределения трудозатрат показал, что на содержание геометрии рельсовой колеи в среднем приходится 33%, от общих трудозатрат, на снегоборьбу – 11%, а на прочие приходится 56%.

В дальнейшем планируется продолжить анализ распределения трудозатрат с учётом результатов оценки состояния пути путеизмерительными средствами (состояние ГРК), а также конкретизацией прочих работ по текущему содержанию.

### Список литературы

1. Положение об организации комплексного обслуживания объектов инфраструктуры хозяйства пути и сооружений. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» №2675/р от 29.11.2019. М. 2019. – 171 с.
2. Величко Д. В. Оценка эксплуатационных показателей работы железнодорожного пути в зависимости от конструкции промежуточных рельсовых скреплений / Д. В. Величко, А. А. Севостьянов, В. В. Рошка // Вестник СГУПС. – 2019. – № 3. – С. 23–30.
3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» № 2275 от 21.09.2021 г., электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/727231408#64S0IJ> (дата обращения 03.04.2022).
4. Изменения норм времени на работы по текущему содержанию пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22.11.2018 № 2465/р: электронный фонд правовых и нормативно-технических документов Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/552150097> (дата обращения 03.04.2022).

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОПРИВОДА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДЕЙСТВИЯ

М.А. Толстов, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
namaslov@mail.ru

*В работе сформулированы требования, выбраны исходные данные и стандартные элементы, выполнены сборка и отладка расчётной схемы и проведены численные расчёты на оригинальной имитационной модели открытой разомкнутой гидropередачи вращательного действия в программе SimulationX, а также выведена зависимость времени торможения гидромашинны от параметров её функционирования, состояния и конструкции.*

*Ключевые слова: модель имитационная, гидропривод, гидромотор, диагностирование, время торможения, КПД*

Гидропривод - тип привода машин, в котором для передачи энергии используется гидравлическое масло. Благодаря своей компактности, простоты защиты от перегрузок, возможности глубокого и бесступенчатого регулирования скорости, а также простоты кинематики и компоновки он стал самым распространённым видом привода в подъёмно-транспортных, путевых и дорожно-строительных машинах [1].

Цель работы - разработка расчётной схемы имитационной модели и численные расчёты гидропривода вращательного действия при торможении.

Задачи работы:

1. Вывод зависимости времени торможения вала гидромотора (при работе гидромотора в режим «насос») от его КПД;
2. Разработка требований к имитационной модели гидропривода вращательного действия;
3. Выбор стандартных элементов и составление расчётной схемы имитационной модели;
4. Сборка расчётной схемы и отладка модели в программе SimulationX;
5. Выбор исходных данных и расчётных параметров модели;
6. Выполнение примера численного расчёта параметров гидромотора в режиме торможения на имитационной модели;
7. Постановка задач численных экспериментов на имитационной модели.



Известны два основных режима диагностирования гидроприводов - статопараметрический и динамический. Статопараметрический режим (метод) основан на измерении расхода гидравлического масла при установившейся работе гидропривода, номинальном давлении и фиксированной частоте вращения вала насоса и скорости выходного звена гидромотора. Недостатками этого метода являются повышенные энергоёмкость и продолжительность диагностирования гидропривода. При диагностировании гидропривода в динамическом режиме испытания производятся при разгоне и торможении гидродвигателя, при этом исключается продолжительная работа гидропривода в установившемся режиме, что сокращает время диагностирования и затраты энергии на него [2-6].

Выбран метод диагностирования гидропривода в динамических режимах. Для теоретического обоснования выбора метода диагностирования и формулировки требований к нему, в частности к режимам испытаний, номенклатуре определяемых параметров и др., необходимы научные исследования. Исследования могут быть проведены как на физических, так и на имитационных моделях. В настоящее время для уменьшения стоимости исследований широко используют численные расчёты на имитационных моделях.

Объект исследования – гидравлически привод вращательного действия.

Предмет исследования – теория и метод диагностирования гидропривода вращательного действия в режиме торможения.

Цель исследования – разработка основ теории и метода диагностирования гидропривода вращательного действия в динамических режимах.

Гипотеза исследования: «Созданная имитационная модель гидропривода вращательного действия позволяет получить зависимости времени торможения от полного КПД и других параметров гидромотора и его нагрузочного устройства при торможении, а также составить справочные таблицы, связывающие эти параметры, и оптимизировать параметры режимов испытания насос-гидромотора».

В работе создана и отлажена расчётная схема имитационной модели, заданы её параметры. Проведённые на расчётной схеме численные расчёты соответствуют теоретическим знаниям о гидроприводе, что говорит о правильности составления расчётной схемы имитационной модели. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [7-8].

## Список литературы

1. Мокин, Н. В. Гидравлические и пневматические приводы : учеб. пособие / Сиб. гос. ун-т путей сообщ. - Новосибирск : СГУПС, 2012. - 173 с.
2. Маслов, Н. А. Диагностика гидромоторов путевых машин [Текст] / Н. А. Маслов // Путь и путевое хозяйство, 2007. - № 11 . С. 24-27.
3. Маслов, Н. А. Динамические испытания объемных гидромашин на стенде [Текст] / Н. А. Маслов // Сборник. Труды международной конф. «Фундаментальные проблемы формирования техногенной среды». Т2, Новосибирск, 2009. : ил.
4. Маслов, Н. А., Казаченко, Я. О.. Метрологическое обоснование выбора метода и параметра диагностирования насоса [Текст] / Н. А. Маслов, Я. О. Казаченко // Главный механик, 2013. - № 2., С.42-47
5. Maslov, N. A. Pump Diagnostics on the Basis of the Duration of Deceleration [Текст] / N. A. Maslov // Russian Engineering Research, 2014. - Vol. 34, No. 7, pp. 433–435.
6. Маслов, Н. А. Использование продолжительности торможения насоса в качестве диагностического параметра [Текст] / Н. А. Маслов // Вестник машиностроения, 2014. - № 4., С.14-16.
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Чемпионы из Сибири / Путь и путевое хозяйство, 2021. - № 6, С.39-40.
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Талантливая молодежь Сибири - транспорту будущего // Путь и путевое хозяйство, 2022. - № 4, С.36-37.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕХАНИЗМОМ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

Е.А. Яковлева, Н.А. Маслов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[namaslov@mail.ru](mailto:namaslov@mail.ru)

*В работе предложена схема, конструкция и выполнен расчёт оригинальной системы управления механизмом переключения стрелочного перевода.*

*Ключевые слова: система управления, механизм, перевод стрелочный, программируемый логический контроллер, реле*

Перевод стрелочный - специальная конструкция рельсовых путей, служащая для разветвления и соединения железнодорожных путей, с целью направления движения подвижного состава с одного пути на другой примыкающий путь. Система управления исполнительным механизмом - это любая электронная, электрическая или электромеханическая система, используемая для приведения в действие исполнительного механизма и управления направлением, степенью и продолжительностью его выхода. Системы управления приводами могут быть весьма простыми и управлять вручную элементами запуска и остановки или сложными программируемыми компьютерными системами. Стрелочные приводы предназначены для перевода, замыкания и контроля четырёх положений острия стрелочного перевода - нормального (плюсовое), переведённого (минусовое), промежуточного (среднее) и взреза [1-3].

Цель работы - разработка системы управления механизмом переключения стрелочного перевода.

Задачи работы:

1. Аналитический обзор (устройство механизма переключения стрелочного перевода, его привода и системы управления; сравнительный анализ механизмов, приводов и систем управления стрелочными переводами; обзор диссертационных и др. научных работ по теме работы; формулировка цели и задач работы; выбор объекта и предмета, постановка цели и формулировка гипотезы исследования).

2. Информационный патентный поиск, обзор принципиальных схем привода и управления механизмом переключения стрелочного перевода и их анализ по сформулированным критериям; выбор аналогов и прототипов принципиальных схем привода и управления механизмом переключения стрелочного перевода; разработка комбинированных объединённых схем привода и управления механизмом переключения стрелочного перевода и составление описаний к схемам.

3. Оптимизация параметров механизма переключения стрелочного перевода методами численного (в программах MathCAD, Exel и др.), имитационного (в программах SimulationX, Automation Studio, и др.), и (или) физического моделирования. В т.ч.: разработка компьютерных программ, имитационных моделей, разработка методик применения моделей, проведение экспериментальных исследований на моделях; выбор комплектующих систем управления механизмом переключения стрелочного перевода (в т.ч. элементов системы управления и измерительной системы).

4. Конструирование и компьютерное моделирование систем управления механизмом переключения стрелочного перевода (проверочные расчёты, описание к графической части работы).

5. Определение стоимости комплектующих, стоимости изготовления и эксплуатации, и экономического эффекта от внедрения систем управления механизмом переключения стрелочного перевода.

Идея работы заключается в создании «программируемой логической» централизации стрелок - современной альтернативы релейной централизации. Объект исследования – системы управления механизмом переключения стрелочного перевода. Предмет исследования – принципиальные схемные и параметрические особенности системы управления механизмом переключения стрелочного перевода. Цель исследования – разработка метода расчёта и конструкции системы управления механизмом переключения стрелочного перевода. Гипотеза исследования: «Полученные на основе расчётной схемы системы управления механизмом переключения стрелочного перевода теоретические результаты математического и имитационного моделирования позволяют по ограниченному количеству параметров системы управления механизмом переключения стрелочного перевода определять необходимые для ее проектирования основные характеристики».

В работе рассмотрена двухпроводная схема управления одиночной стрелкой с пусковым блоком, на основе которой предложена и в программе Automation Studio разработана схема имитационной модели привода и управления стрелочным переводом с программируемым логическим контроллером (или программируемым реле), решены задачи, подтверждена гипотеза и достигнута поставленная цель исследования - разработаны основы теории и метод расчёта системы управления механизмом переключения стрелочного перевода. Работа выполнена в студенческом научном объединении «Механик» Сибирского государственного университета путей сообщения [4-11].

### **Список литературы**

1. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж. -д. транспорта/Вл. В. Сапожников, И. М. Кокурин, В. А. Кононов, А. А. Лыков, А. Б. Никитин; под ред. проф. Вл. В. Сапожникова. — М.: Маршрут, 2006. — 247 с.
2. Минаков, Д.Е. Методы построения и технической эксплуатации электромеханических устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д.Е. Минаков. – 2011 : Московский государственный университет путей сообщения, 2011. – 187 с.

3. Яковлева, Е.А., Маслов, Н.А. Имитационные модели привода механизма переключения стрелочного перевода [Текст] / Е.А. Яковлева, Н.А. Маслов // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 10 ч. / под ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. Часть 2. – С.244-247.
4. Абрамов, А.Д., Задорин, Г.П., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Подготовка инженеров-инноваторов для ОАО «РЖД» // Путь и путевое хозяйство, 2019. - № 3, С.17-20.;
5. Двухпроводная схема управления стрелкой с пусковым блоком ПС с центральным питанием / Р.Ш. Валиев, Ш.К. Валиев Екатеринбург: ООО «Вебстер», 2011 — С. 48.
6. Стрелочные электроприводы. Технология ремонта и проверки в условиях дистанции / Министерство путей сообщения РФ. М., 1998. 45с.
7. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Инновационные разработки студенческого научного объединения СГУПС - производству // Железнодорожный транспорт, 2020. - № 3, С.68-72.;
8. Абрамов, А.Д., Манаков, А.Л., Маслов, Н.А. Студенческая наука - производству // Путь и путевое хозяйство, 2020. - № 7, С.34-37.;

# СТРОИТЕЛЬСТВО СЕКЦИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

## СТАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СВАЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ

А.С. Анищенко, Д.А. Зайнагабдинов  
Иркутский государственный университет путей сообщения,  
[anishhenkoaleksey@gmail.com](mailto:anishhenkoaleksey@gmail.com)

*Работа посвящена усовершенствованию процесса испытаний свай статической нагрузкой за счет применения системы непрерывного контроля осадки свай. Данная система состоит из электронных датчиков перемещений и датчика давления. Применение системы позволит получать и анализировать результаты измерений автоматически в режиме реального времени. Внедрение системы позволит уменьшить трудоемкость работ и сократить время проведения испытаний.*

*Ключевые слова: свайный фундамент, несущая способность свай, испытания свай статической нагрузкой, осадка свай, система непрерывного контроля.*

Свайный фундамент – это комплекс заглубленных в грунт свай, объединенных ростверком. В настоящее время забивные сваи получили широкое применение в сфере гражданского, промышленного и транспортного строительства. Данный тип фундамента имеет ряд преимуществ, а именно – возможность применения на нестабильных грунтах, высокая скорость возведения, универсальность, сравнительная дешевизна и надежность.

Основным контролируемым параметром фундамента является величина несущей способности сваи по грунту, которая рассчитывается на основе частных значений предельного сопротивления свай.

Делать вывод о несущей способности свай, на основе данных одних лишь расчетов, зондирования или даже динамического испытания свай зачастую некорректно. Реалистичные результаты можно получить при применении метода испытания свай статической вдавливающей нагрузкой. Этот метод по праву можно считать одним из самых достоверных. Ведь испытываются именно те сваи и в тех инженерно-геологических условиях, в которых им предстоит работать.

При проектировании и строительстве задний и сооружений на свайных фундаментах должны проводиться статические испытания свай по грунту в соответствии с нормативными документами [1], [2] и [3]. Также известны примеры практического выполнения таких работ [4, 5].

В ходе испытаний устанавливается зависимость осадки свай в грунте от прилагаемых нагрузок.

Для проведения статических испытаний свай на вдавливающие нагрузки, необходима специальная установка, состоящая из устройства для обеспечения нагрузки на сваю (домкрат) и опорной конструкции, через которую нагрузки будут передаваться на сваю (система из балок или ферм с анкерными сваями). Для фиксации степени перемещения сваи в ходе испытаний используются механические индикаторы перемещения. Сила, прикладываемая к свае через домкрат, контролируется манометром. При испытании сваи нагрузка прикладывается постепенно с одновременной фиксацией измеряемых величин после каждой ступени нагружения.

В данной статье авторами предлагается усовершенствовать процесс испытания свай, благодаря внедрению системы непрерывного контроля. Данная система состоит из электронных датчиков перемещений и датчика давления. Внедрение данной системы позволит повысить точность и надежность измерений, автоматизировать процесс построения графиков осадки свай и уменьшить трудоемкость, что, в целом, позволит сократить время полевых работ.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 5686–2012 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями».
2. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройства свайных фундаментов».
3. СП 24.13330.2021 «Свайные фундаменты».
4. Ахажанов, С. Б. Испытания буронабивных свай вертикальной статической вдавливающей нагрузкой / С. Б. Ахажанов // Труды университета. – 2018. – № 2(71). – С. 73-78. – EDN YAKSJV.
5. Драновский, А. Н. Способ статического испытания свай и устройство для статического испытания свай / А. Н. Драновский, Е. М. Хенвен, И. Ф. Шакиров. // Жилищное строительство. — 2001. — № 4. С. 11–18.

## ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ С АНКЕРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ ДЕЙСТВИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И МОМЕНТНЫХ НАГРУЗОК

В.К. Баранова, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно строительный университет (Сибстрин), [per\\_pror@sibstrin.ru](mailto:per_pror@sibstrin.ru)

*Проведен комплекс экспериментальных исследований с целью оценки особенностей поведения моделей фундаментов с анкерующими элементами при действии горизонтальной и моментной нагрузок. Сделаны соответствующие выводы и рекомендации.*

*Ключевые слова: фундаменты на естественном основании, анкерующие элементы, несущая способность.*

На основании ранее выполненных авторами исследований [1] было установлено, что профилирование подошвы фундамента влияет на несущую способность и деформируемость грунтового основания при действии горизонтальных нагрузок. В работе [2] приведены данные о значительной степени эффективности применения отдельных видов профилирования подошвы («Гребёнка», «Ёлочка») и способов расположения профилей по отношению к направлению действия сдвигающей нагрузки (вдоль, поперек). Одновременно с этим отмечено незначительное влияние профилирования подошвы фундамента на восприятие моментных нагрузок. Поэтому возникает потребность в поиске и исследовании иных видов фундаментов, способных решить данный вопрос. В настоящей работе было проведено экспериментальное исследование поведения известных, но мало распространенных в практике проектирования и строительства, фундаментов с анкерующими элементами. Это фундаменты на естественном основании, имеющие короткие анкеры (микро-сваи), внедряемые в грунт и жестко соединяемые с подошвой столбчатого фундамента [3].

Исходя из вышеизложенного, целью работы является изучение поведения фундаментов на естественном основании с различным количеством анкерующих элементов, закрепленных по подошве фундамента, при действии горизонтальных и моментных нагрузок, оценка влияния этого фактора на несущую способность и деформируемость системы «фундамент-основание».

Экспериментальные исследования проводились в малом грунтовом лотке с песком средней крупности, средней плотности. В качестве



образцов для исследований использовались модели фундаментов. Все модели (образцы) изготавливались из дерева и имели габаритные размерами 100х100х40 (высота) мм. Нагрузка на модель фундамента передавалась ступенчато посредством установки на подвеску лабораторных гирь весом 2 Н. Опыт продолжался до потери устойчивости фундамента и момента появления первых признаков выпирания грунта на поверхности основания. Испытания для каждого образца проводились на действие горизонтальной и моментной нагрузок. Для каждой модели фундамента опыт проводился несколько раз (не менее трех). Образец №1 с «гладкой» подошвой взят за эталон.

По данным наблюдения строился график зависимости осадки (сдвига) образца  $S$  (мм) от нагрузки  $P$  (Н) и график зависимости осадки (сдвига) образца  $S$  (мм) от момента  $M$  (Нм).

При сопоставлении графиков установлено, что количество анкерующих элементов влияет на рост несущей способности и уменьшение сдвиговых деформаций основания при всех видах нагрузок, прикладываемых к фундаментам.

При проектировании и изготовлении реальных фундаментов, испытывающих в процессе работы горизонтальные и, особенно, моментные нагрузки, следует отдавать предпочтение конструкциям с анкерующими элементами, закрепленными по подошве фундамента.

### **Список литературы**

1. Баранова В.К., Линовский С.В. Исследование поведения фундаментов с профилированной подошвой при горизонтальных нагрузках // Труды молодых ученых института строительства 2020 года / М–во науки и высш. образования Рос. Федерации, Новосиб. гос. архитектур. – строит. ун–т (Сибстрин). – Новосибирск, 2020. – С.59 – 66.
2. Баранова В.К., Линовский С.В. Влияние особенностей профилирования подошвы фундаментов на их поведение при действии горизонтальной нагрузки // Труды молодых ученых института строительства 2021 года / М–во науки и высш. образования Рос. Федерации, Новосиб. гос. архитектур. – строит. ун–т (Сибстрин). – Новосибирск, 2021. – С.7 – 13.
3. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др.; Под общей ред. Е.А. Сорочана и Ю.Г. Трофименкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСЧЕТОВ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЛЭП ПО РАЗНЫМ НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ

А.В. Голдаева, Н.С. Пичкурова  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[nataliapich@mail.ru](mailto:nataliapich@mail.ru)

*С учетом совершенствования нормативной базы и ужесточения требований к расчетным параметрам по проектированию конструкций ЛЭП, многие опоры, построенные в XX веке, не удовлетворяют современным нормативным требованиям. Ввиду этого существующие опоры проверяются поверочными расчетами. В данной работе рассмотрена анкерная опора ЛЭП, запроектированная по проекту 1958 года и рассчитанная с учетом требований современных нормативно-технических документов*

*Ключевые слова: линии электропередач, надежность, электросетевые конструкции, система электроснабжения, отказы, несущие элементы ЛЭП, расчетные параметры, нормативные требования*

Целью работы является исследование напряженно-деформированного состояния анкерной опоры ЛЭП.

Существенным отличием ЛЭП от всех других типов сооружений является большая протяженность. Вследствие этого контроль технического состояния конструкций осуществляется лишь периодически, что существенно повышает вероятность их разрушения из-за несвоевременного обнаружения отклонений.

Анализ отказов свидетельствует о том, что в большинстве случаев разрушения при ветре (гололеде), превышающем расчетные значения, наблюдается у опор со сроком эксплуатации более 10 – 15 лет, а также у опор, в которых появились дефекты и повреждения в процессе изготовления, монтажа, эксплуатации [1].

Анализ разрушений ВЛ по элементам показывает, что 30 – 35% случаев отключений связано с повреждением элементов опор. Повреждения опор связаны в основном с изменениями нагрузок, поэтому эти повреждения привели к ужесточению нормативных документов.

Существующие на сегодняшний день опоры считаются по актуализированным строительным нормам и Правилам устройства электроустановок (7 редакция) [2,3].

Объектом исследования является анкерная порталная опора ЛЭП (Рисунок 1).

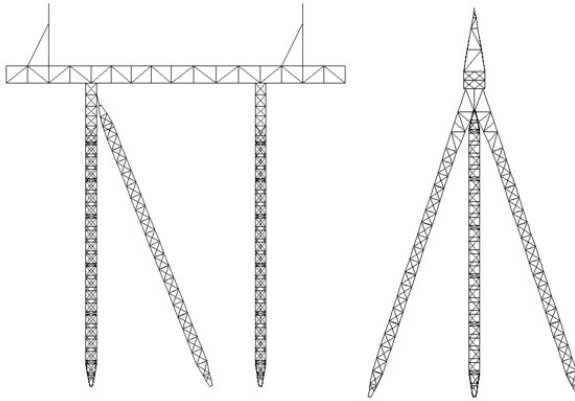


Рисунок 1 – Анкерная порталная опора ЛЭП

Основные габариты: длина -14,6 м; ширина – 12,0 м; высота – 26,9 м.

За основу в качестве исходных данных был взят типовой проект 1958 года с чертежами.

Модель опоры выполнена в: ПК ЛИРА-САПР.

При расчете нагрузок по СП 20.13330.2016 и ПУЭ (7 редакция) были выявлены расхождения по ветровой и гололедной нагрузкам. Расхождения заключались в назначении районов по гололеду и ветру:

- по ПУЭ район по гололеду – III, по ветру – II;
- по СП 20.13330.2016 район по гололеду – II, по ветру – III.

По коэффициентам надежности по нагрузке также выявлены расхождения:

- по ПУЭ для гололеда  $\gamma_f = 1,6$ , для ветра  $\gamma_f = 1,1$ ;
- по СП 20.13330.2016 для гололеда  $\gamma_f = 1,8$ , для ветра  $\gamma_f = 1,4$ .

В настоящее время ведутся расчеты опоры в двух вариантах: по ПУЭ (7 редакция) и СП 20.13330.2016.

### Список литературы

1. Барг И. Г., Эдельман В. И. Воздушные линии электропередачи: Вопросы эксплуатации и надежности – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 248 с.
2. Правила устройства электроустановок/ Минэнерго СССР.— М.: Энергоатомиздат, 1987.— 648 с.

3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Электронный документ:  
URL <https://docs.cntd.ru/document/456044318>

## АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ BIM ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ

К.А. Гордиенко, С.В. Литвинов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [k.gordiyenko@edu.sibstrin.ru](mailto:k.gordiyenko@edu.sibstrin.ru)

*В данной работе проведен анализ применимости программных комплексов BIM для достижения экологических критериев, выбранных по российским экологическим стандартам в строительстве различных организаций. В первой части происходит выбор программных комплексов для экологических критериев, сформированных в три группы: внутреннее пространство, внешнее пространство и особенности проектирования. Во второй части анализируется совместимость программных комплексов с BIM системами. Сделаны выводы о возможности достижения экологичности с помощью программных комплексов совместимых с BIM.*

*Ключевые слова: экологические критерии, BIM - программы, экологические стандарты, Revit, Renga.*

На сегодняшний день в зарубежной строительной отрасли стали формироваться новые подходы и стратегии в проектировании, производстве и управлении. В совокупности все это получило название «зеленое» или «экологическое» строительство [1].

Новые подходы также предполагают и новые технологии. Поэтому сейчас происходит цифровизации экономики, где одним из основных направлений является «цифровое строительство». Применение цифрового моделирования как основы инновационного развития строительной отрасли позволит заказчикам, изыскателям, архитекторам, конструкторам, инженерам, строителям и эксплуатационникам работать единой командой, что должно обеспечить рост эффективности всех этапов жизненного цикла зданий с оптимизацией их стоимости, минимизацией рисков и расходов на развитие бизнеса.

Государственная поддержка технологий информационного моделирования в строительстве в России началась с марта 2014 г. Ее

наиболее существенной мерой является постановление правительства РФ о том, что с 1 января 2022 года BIM-моделирование станет обязательным при строительстве любых объектов за счет бюджета. Выгоды технологии, которую уже используют крупные строительные компании, несомненны: сокращение сроков проектирования на 50 процентов, сроков строительства - на 10 процентов, уменьшение количества ошибок и улучшение качества проектной документации в среднем на треть.

Поэтому понятие информационной модели и информационных технологий перестает быть только специальным термином программистов. Оно должно прочно войти в обиход специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации зданий [2].

Стремление к созданию экологически безопасных по отношению к окружающей среде и человеку зданий и антропогенной среды, а также цифровизация строительной отрасли приводит к возможности совмещения этих процессов.

#### *1 часть. Применение программных комплексов для экологических критериев*

Для проведения анализа были выбраны экологические критерии и их содержание из ранее проведенного сравнительного анализа российских экологических стандартов в строительстве различных организаций. В них входят «Зеленые стандарты», Олимпийский «зеленый» стандарт, СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011/2.35.68-2012, ГОСТ Р 54964-2012, Green Zoom, СДС «РУСО», BREEM RUS и ПНСТ 352-2019, где были выбраны критерии, которые в дальнейшей работе формируются в три группы: внутреннее пространство, внешнее пространство и особенности проектирования.

Группа внутреннего пространства содержит такие критерии как энергоэффективность и энергосбережение, рациональное водопользование, комфорт и экология внутренней. Внешнее пространство состоит лишь из одного критерия - инфраструктура и качество внешней среды, который охватывает большой спектр задач. В особенности проектирования были включены строительные материалы, экологический менеджмент, экономическая эффективность, качество подготовки и управления проектом, инновационные технологии, безопасность жизнедеятельности [3-4].

#### *2 часть. Совместимость программных комплексов с BIM*

BIM (Building Information Modeling) – процесс, представляющий собой коллективное формирование информационной модели здания (сооружения) и дальнейшее использование интеллектуальных данных объекта, которые можно использовать на все этапах жизненного цикла

проекта: от идеи создания до эксплуатации, эффективной реконструкции или демонтажа. Созданная 3D модель содержит в себе полную информацию о себе: технологические, архитектурно-конструкторские, экономические, инженерно-строительные и иные важные характеристики здания [5].

Технология информационного моделирования ориентирована на создание единой научно-технической, технологической, информационной среды для управления жизненным циклом объектов строительства, с помощью которой повышается качество планирования, сокращаются сроки проектирования, а также сокращаются затраты на всех уровнях проекта [6].

На сегодняшний день BIM моделирование в строительстве представлено множеством программ (Revit, Renga, Tekla, Graitec Advance, Bentley Open Buildings, ARCHICAD, MagiCAD, Nemetschek Allplan, САПФИР и др.). В работе проводится анализ совместимости выбранных программ с Revit и Renga, как наиболее известных в России.

По анализу выбранных программ на совместимость с BIM системами делается вывод, что из выбранных 24 программ с Renga и Revit каждая имеет по 7 программ, с которыми они могут взаимодействовать по-отдельности и 10 программ, которые поддерживают связь с обоими BIM системами. Такие программы преимущественно производства СИТИС.

#### *Выводы.*

1. Выбраны программные комплексы совместимы с BIM и могут быть использованы для достижения экологических критериев.

2. Производители Autodesk Revit и Renga сами выпускают для своих BIM систем вспомогательные программы.

3. Программы компании СИТИС являются универсальными в использовании для Revit и Renga.

#### *Заключение.*

Пока сделаны только первые шаги на пути к цифровизации строительной отрасли, вследствие чего ряд аспектов использования BIM-технологий еще не был освоен. Информационное моделирование предполагает такие выгоды как снижение проектных и временных неувязок, а также возможность отслеживания объекта на всех этапах жизненного цикла, от обоснования инвестирования до сноса. BIM-технологии показывают объекты строительства в единстве и взаимодействии с окружающей средой застройки, учитывая воздействия среды на объект и наоборот. Поэтому важно исследование возможностей использования BIM для достижения экологичности проектируемых объектов.

## Список литературы

1. Купцова А.С., Фитисова О.А. Законодательные инициативы в области экологического строительства / Купцова А.С., Фитисова О.А. – Текст: непосредственный // Новые технологии в учебном процессе и производстве: тезисы XIII межвузовской научно-технической конференции, 27-30 апреля 2015 года, Рязань. – Рязань, 2015. – С. 42-47.
2. Зиганшин А.М., Зиганшин М.Г. 3-59 Smart BIM в отоплении и вентиляции. Информационное моделирование в системах отопления и вентиляции: Учебно-методическое пособие для учебной и научной работы студентов направления «Строительство» (квалификация «магистр») / А.М. Зиганшин, М.Г. Зиганшин. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2018. – 255 с.
3. Autodesk. [Электронный ресурс] : Autodesk products. – Режим доступа: <https://www.autodesk.com/> (дата обращения 28.04.2022)
4. Renga. [Электронный ресурс] : Главная. – Режим доступа: <https://rengabim.com/> (дата обращения 28.04.2022)
5. Баклушина И. В., Усова А. В., Бойкова А. В. Особенности использования технологии информационного моделирования (BIM-технологии) на примере программного обеспечения Revit // Тенденции развития науки и образования. 2020. №59. С. 80-83.

## ФОРМУЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ НА ЗАБОЙ ВЫРАБОТКИ КРУГОВОГО ПОПЕРЕЧНОГО ОЧЕРТАНИЯ

Р.Я. Горшков, А.О. Кузнецов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[multlcastco@gmail.com](mailto:multlcastco@gmail.com)

*Работа посвящена актуальной проблеме определения устойчивости выработки кругового поперечного очертания. Работа состоит из трёх частей. В первой части описана актуальность исследования. Во второй части приведены методы проведения исследования. Третья часть содержит обработку экспериментальных данных и вывод по проделанной работе.*

*Ключевые слова: устойчивость забоя тоннеля, численный метод, аппроксимация, метод наименьших квадратов, математическая обработка*

Проблема определения устойчивости ядра выработки кругового поперечного сечения на сегодняшний день является актуальной в сфере подземного строительства [1]. Существующая нормативная литература не обеспечивает какой-либо обобщенной методикой по определению устойчивости ядра выработки, в то время как, данная информация может являться основанием для назначения усиливающих мероприятий по всей длине трассы тоннеля и основой для взвешенного выбора способа ведения строительно-монтажных работ (например, проходка горным или щитовым способом).

Устойчивость ядра выработки кругового поперечного очертания может оцениваться при помощи предельного давления, оказываемого на забой, при котором ядро будет находиться в состоянии предельного равновесия [2-3]. Если давление прикладывается на забой в направлении проходки, то ядро забоя является неустойчивым и наоборот.

Существуют различные методы определения значения предельного давления: аналитический, численный, эмпирический. В данном исследовании значение предельного давления вычисляется при помощи аналитических формул, полученных посредством аппроксимации значений численных экспериментов. Под численным экспериментом в данном случае понимается модель выработки кругового поперечного очертания в заданных грунтовых условиях. К площади забоя выработки прикладывается единичное давление в направлении проходки. Результатом эксперимента является значение предельного давления со своим знаком. Численный эксперимент осуществляется в программном комплексе Optum G3. На рисунке 1 изображен диапазон исследуемых характеристик грунта и параметров выработки.



Рисунок 1 – Массив экспериментальных данных



Общее число экспериментов более 3000. Для удобства обработки был использован инструментарий *Microsoft Excel*. Обработка результатов численных экспериментов осуществлялась в два этапа. На первом этапе происходило преобразование формулы К. Терцаги по определению несущей способности основания фундамента до следующей формы:

$$\frac{p_u}{\gamma D} = N_\gamma + \frac{cN_c}{\gamma D} \quad (1)$$

где  $p_u$  – предельное давление, оказываемое фундаментом на грунт, кПа;  $\gamma$  – удельный вес грунта, кН/м<sup>3</sup>;  $D$  – диаметр выработки кругового очертания, м;  $c$  – удельное сцепление грунта, кПа;  $N_\gamma, N_c$  – безразмерные коэффициенты.

На втором этапе происходило определение значений безразмерных коэффициентов  $N_\gamma, N_c$ , а также значений дополнительных коэффициентов  $a, b, f, k$  входящих в их состав при обработке экспериментальных данных методом наименьших квадратов.

Предлагается, что формулы для определения безразмерных коэффициентов (1) будут иметь следующий вид:

$$N_\gamma = f \cdot \operatorname{tg}(\varphi)^{-k},$$

$$N_c = -a \cdot \operatorname{tg}(\varphi)^{-b},$$

А по результатам обработки экспериментальных данных были получены следующие формулы для определения дополнительных коэффициентов  $a, b, f, k$ :

$$a = 1,3379 \cdot \frac{H^{-0,148}}{D},$$

$$b = 0,1625 \cdot \ln \frac{H}{D} + 0,7082,$$

$$f = 0,0918 \cdot \frac{H^{-0,323}}{D},$$

$$k = 1,1299 \cdot \frac{H^{0,2636}}{D},$$

где  $H$  – заглубление выработки относительно поверхности земли, м.

После расчета необходимых коэффициентов предельное давление, оказываемое на забой, можно получить по формуле К. Терцаги:

$$p_u = \gamma DN_\gamma + cN_c.$$

На основании знака полученного значения давления можно будет судить об устойчивости ядра выработки кругового поперечного очертания. Полученные, по результатам аппроксимации, формулы обладают следующими достоинствами: во-первых, оперативность применения – вычисления не требуют значительных затрат времени как в случае численного метода; во-вторых, точность, поскольку формулы опираются на экспериментальные данные численного метода; в-третьих, универсальность – формулы учитывают некоторый диапазон характеристик грунта и параметров выработки.

Использование формулы К. Терцаги с коэффициентами, рассчитанными по формулам из данной работы, рекомендуется для определения устойчивости забоя выработки кругового очертания, находящейся в однородной грунтовой среде.

### **Список литературы**

1. Lunardi, P. Progetto e costruzione di gallerie - Analisi delle deformazioni controllate nelle Rocce e nei suoli / P. Lunardi. – Milano: Hoepli, 2006. – 572 р.
2. Чепурная, О. В. Об обосновании строительства станции метрополитена тоннелепроходческим механизированным комплексом по критерию определения предельного давления на забой выработки кругового очертания / О. В. Чепурная, А. О. Кузнецов // Интеллектуальный потенциал Сибири : материалы 28-ой Региональной научной студенческой конференции: в 3 частях, Новосибирск, 13–22 мая 2020 года / Под. ред. Соколовой Д.О.. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2020. – С. 398-399. – EDN PDWDFJ.
3. Горшков, Р. Я. Определение устойчивости ядра выработки круглого поперечного сечения / Р. Я. Горшков, А. О. Кузнецов // Интеллектуальный потенциал Сибири : материалы конференции, Новосибирск, 17–21 мая 2021 года / Под редакцией Соколовой Д.О.. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2021. – С. 174-176. – EDN RKNLXD.

## КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ СЛУЖЕБНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЗДАНИЯ ОАО РЖД

П.В. Гуров, О.В. Левина

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[mail2levina@ngs.ru](mailto:mail2levina@ngs.ru)

*В данном докладе рассмотрены конструктивные решения служебно-технического здания ОАО РЖД на станции Т. Обследование существующих объектов на станции выявило недостаточные площади помещений, ограничено-работоспособное состояние несущих конструкций и инженерных систем. Поэтому было решено демонтировать существующие здания и запроектировать новое с учетом требований современных нормативных документов и потребности в площадях на станции Т.*

*Ключевые слова: служебно-техническое здание, конструктивные решения, актуализированные нормативные документы, технологическая необходимость, производственная необходимость*

В рамках выпускной квалификационной работы необходимо запроектировать служебно-техническое здание на станции Т. Основным показателем реализации проекта, согласно справочнику ключевых показателей эффективности, является ввод в эксплуатацию служебных помещений площадью 1200 м<sup>2</sup>.

Данный инвестиционный проект направлен на реализацию задачи по обновлению инфраструктуры станции, а также на проектирование объекта с учетом требований актуализированных нормативных документов [1,2].

Производственная необходимость реализации проекта обусловлена существенным износом основных фондов зданий на станции Т.

Технологическая необходимость обусловлена потребностью применения современных материалов, а также оборудования инженерных систем, позволяющих сократить затраты на электроэнергию, водоснабжение и теплоснабжение (наружное и внутреннее освещение вновь возводимых и реконструируемых объектов железнодорожной инфраструктуры с применением светодиодных осветительных устройств, а также применение современных инновационных систем управления; монтаж автоматизированных приборов учета топливно-энергетических ресурсов и пр.).

Социальная необходимость реализации проекта выражается в улучшении условий труда работников путем увеличения площадей, применения современного оборудования инженерных систем, позволяющих поддерживать оптимальную температуру в помещениях с пребыванием людей.

Для конструктивных решений служебно-технического здания рассмотрены три варианта:

- вариант 1 – бескаркасная конструктивная система с кирпичными стенами и сборными железобетонными плитами с круглыми пустотами (рис. 1);

- вариант 2 – бескаркасная конструктивная система с кирпичными стенами монолитным железобетонным перекрытием (рис. 2);

- вариант 3 – металлический каркас со сборными железобетонными плитами с круглыми пустотами.

Вариант здания модульного типа не рассматривался в связи небольшим расчетным сроком службы подобных зданий (20 лет) и в связи с высокой проходимостью проектируемого объекта (штат работников на станции составляет более 100 человек).

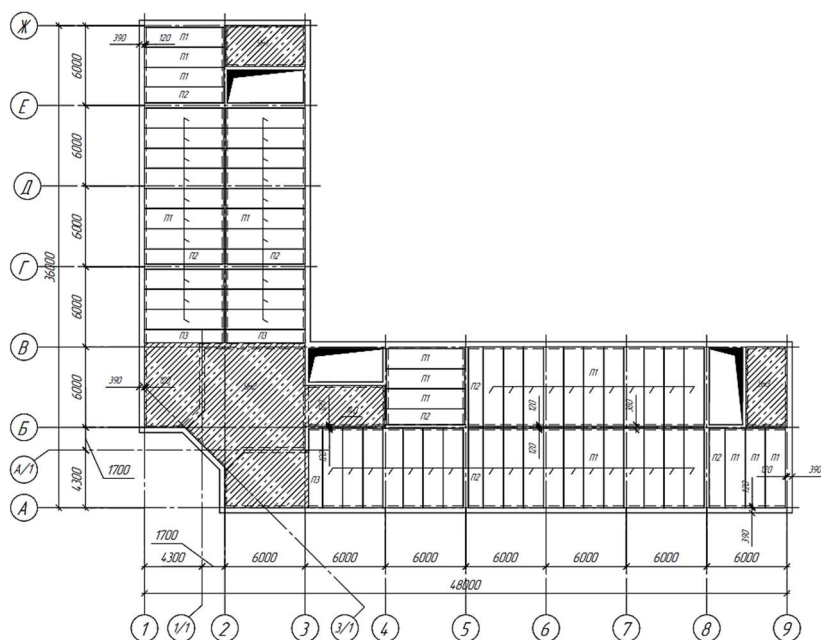


Рисунок 1 – Вариант 1

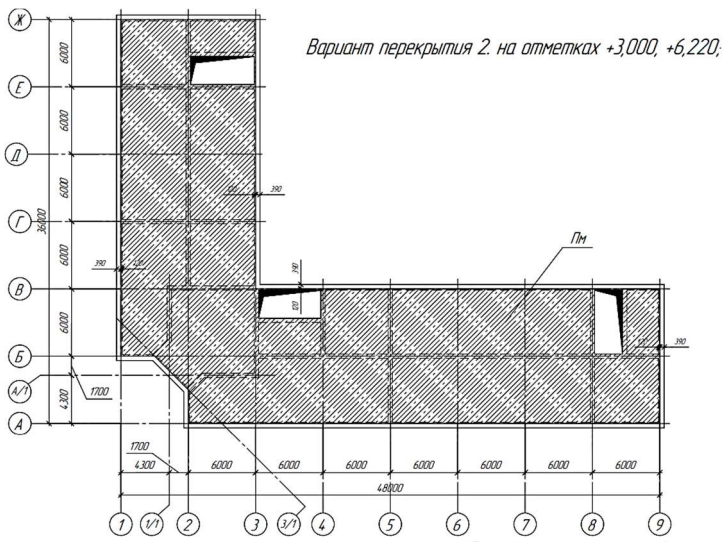


Рисунок 2 – Вариант 2

В результате расчета технико-экономических показателей наиболее выгодным вариантом оказался вариант 2.

В дальнейшем планируется расчет и конструирование монолитной плиты перекрытия и наружных кирпичных стен [3].

### Список литературы

1. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»: [сайт]. –URL: <https://docs.cntd.ru/document/902192610>
2. Федеральный закон от 30.04.2021 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: [сайт]. <https://docs.cntd.ru/document/902111644>
3. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 78 с.

## ОЦЕНКА УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОРТОТРОПНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

А.Н. Донец, С.В. Любимов

Сибирский государственный университет путей сообщения,

[MrStelson1@mail.ru](mailto:MrStelson1@mail.ru)

*Автодорожные мосты с металлическими ортотропными пролетными строениями широко распространены как в нашей стране, так и за рубежом. При этом ортотропная плита является основным несущим элементом проезжей части. Особенностью плиты является использование тонкостенных элементов продольных и поперечных ребер, прикрепленных к листу настила с помощью сварки. Опыт эксплуатации автодорожных мостов с ортотропными пролетными строениями показывает, что в течении первых 15-20 лет в элементах ортотропной плиты образуются усталостные трещины в продольных и поперечных ребрах, а в некоторых случаях и в листе настила. По этой причине, проблема обеспечения усталостной долговечности элементов пролетных строений автодорожных мостов и оценка их ресурса весьма актуальна.*

*Ключевые слова: автодорожные мосты, металлические пролетные строения, ортотропная плита, усталостные трещины, накопление повреждений, кривая Веллера, численный эксперимент.*

Проблеме оценки остаточного усталостного ресурса металлических пролетных строений автодорожных и железнодорожных мостов посвящены работы известных отечественных исследователей [1-3]. Однако и по сей день задача обеспечения усталостной долговечности элементов пролетных строений автодорожных мостов, оценка их ресурса и возможных (расчетных) местах их появления весьма актуальна и представляет определенный практический интерес.

В данной работе представлен результат оценки усталостной долговечности элементов ортотропной плиты проезжей части металлического пролетного строения автодорожного моста через р. Иртыш автодороги Южный обход г. Омска (Р-254) с использованием метода конечных элементов.

Усталость — это явление, при котором к разрушению приводит многократное изменение напряженного состояния [4]. В зависимости от числа циклов нагружения она подразделяется на малоцикловую и многоцикловую. Количественно усталостный процесс описывается

зависимостью между числом накопленных повреждений и циклов или длительностью нагружения по параметру величины циклических напряжений или деформаций.

Для мостовых сооружений характерна именно многоцикловая усталость, при числе циклов равном  $10^4 - 10^9$ , при этом напряжения, возникающие в элементах, обычно меньше его предела прочности. При расчете многоцикловой усталости возможно применение кривой Вёлера, так как при такой усталости материал работает упруго и возможно применение метода расчета по напряжениям.

Любая нагрузка изменяется во времени. При этом постоянные нагрузки прикладываются единожды, а амплитуда временной нагрузки изменяется по случайному закону. Чтобы учесть совместное действие данных случаев необходимо использовать метод полных циклов и метод “падающего дождя”, которые позволяют дать расчетные оценки долговечности более сопоставимые с экспериментальными данными [5].

Для расчета накопления повреждений можно воспользоваться правилом Палгрема-Майнера – в соответствии с которым каждый цикл со своим средним напряжением и амплитудой «расходует» некоторую долю доступной долговечности (закон линейного суммирования).

Несущая конструкция автодорожного моста через р. Иртыш автодороги Южный обход г. Омска (Р-254) запроектирована в северном исполнении из сталей марок 10ХСНД и 15ХСНД. Статическая схема – неразрезная пятипролётная балка с подпругами на опорах №3 и №4. Схема моста (84,0+136,5+168,0+136,5+84,0) м.

В поперечном сечении пролётное строение состоит из двух отдельных коробчатых балок, объединённых между собой поверху ортотропной плитой. Ортотропная плита проезжей части состоит из листа настила толщиной, продольных ребер и поперечных балок. Продольные ребра полосовые высотой 180 мм. Поперечные балки (ребра) по всей ширине ортотропной плиты имеют тавровое сечение переменной высоты.

В качестве основного расчетного программного комплекса использован ПК Ansys в совокупности с ПК nCode Design life.

Построение сетки конечных элементов (КЭ) в ПК Ansys выполняется автоматически. В исследуемых местах размер КЭ был принят 50 мм.

При задании граничных условий рассмотрены два случая напряженного-деформированного состояния (НДС):

- I НДС при воздействии подвижной нагрузки от автомобиля «КАМАЗ 43118», общей массой 33,6 т;

- II НДС при воздействии постоянных нагрузок - начальное НДС.

Статическая схема исследуемого (наиболее нагруженного) участка в середине пролета — «балка на двух опорах».

Нагрузки от колес транспортного средства («опечатки» колес) заданы силами  $P_{з.о} = 68,180$  кН и  $P_{п.о} = 28,449$  кН для задних и передней осей соответственно.

В качестве промежуточного контроля работы расчетной модели (оценки характера НДС) используются общие напряжения и деформации. Максимальные напряжения составляют 138,42 МПа, максимальные деформации (вертикальные перемещения) - 5,57 мм, эти значения могут соответствовать реальным от постоянных и временной нагрузки.

При моделировании начального НДС с целью определения изгибающего момента от собственного веса был использован ПК Midas Civil.

При моделировании II НДС в ПК Ansys расчетная модель была нагружена изгибающим моментом  $M_y = 97059$  кН·м и нагрузкой от веса ездового полотна, интенсивностью  $p_{ЕП} = 2,698$  кПа. Погрешность между двумя расчетными комплексами составила около 0,2%, что является вполне допустимым значением.

Чтобы смоделировать совместное воздействие, при котором амплитуда постоянных нагрузок постоянна, а временных нагрузок изменяется модель была импортирована в nCode Design life, где это учтено масштабными коэффициентами.

Результаты расчетов усталостной долговечности свидетельствуют, что характерные места появления усталостных трещин — это нижние фибры продольного ребра и узел прикрепления ребра жесткости к листу настила. Общее количество циклов до предполагаемого появления усталостных разрушений (трещин) составляет 782500, что можно аппроксимировать как пропуск 80 самосвалов в течении 25-26 лет.

Таким образом можно констатировать, что при наличии информации о реальном трафике транспортных средств по сооружению и других статистических данных, кривых усталости для различных марок конструкционных сталей, применение программных комплексов для оценки усталостной долговечности металлических ортотропных пролетных строений позволяет выявить характерные места появления усталостных разрушений и спрогнозировать срок эксплуатации до появления последних.



## Список литературы

1. Феоктистова Е.П. Оценка остаточного усталостного ресурса металлических балок сталежелезобетонных пролетных строений автодорожных мостов // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2019 No3, <https://t-s.today/PDF/15SATS319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/15SATS319.
2. Бокарев С.А., Жунев К.О. Особенности и перспективы оценки остаточного ресурса сварных металлических пролетных строений железнодорожных мостов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017 №40. С.30-35
3. Мыщик В.С. Методика оценки выносливости стальной ортотропной плиты проезжей части автодорожных мостов: Дис. к-та. техн. наук.: 05.23.11 / Владимир Станиславович Мыщик. – М., 2007. – 187 с.
4. Серенсен С.В. Усталость материалов и элементов конструкций. Избр. труды в 3-х томах. Киев: Наукова думка, 1985. Т.2. 256 с.
5. Почтенный Е.К. Анализ методов схематизации случайного нагружения / Е.К. Почтенный, П.П. Капуста // Теоретическая и прикладная механика: международный научно-технический сборник / Белорусский национальный технический университет. Минск : БНТУ, 2020. – Вып. 35. – с. 130-138.

## ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ СИЛЬНОЛЬДИСТОГО ГРУНТА, ЛЕДОГРУНТА И ЛЬДА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

А.А. Донченко, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [a.popovich@edu.sibstrin.ru](mailto:a.popovich@edu.sibstrin.ru)

*В работе представлены результаты исследования деформируемости льдов, сильнольдистых грунтов и ледогрунтов, используемых в качестве оснований фундаментов, в зависимости от нагрузки и времени ее приложения на образцы.*

*Ключевые слова:* льды, ледогрунты, сильнольдистые грунты, деформационные свойства, время приложения нагрузки.

Большую часть грунтов Арктической зоны нашей страны составляют сильнольдистые грунты, ледогрунты и льды [1]. Указанные образования используются в качестве оснований для строительства зданий и сооружений, так как зачастую обладают высокой несущей

способностью. Однако, есть и отрицательное свойство этих грунтов – высокая длительность деформаций во времени.

Строительство зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты требует комплексного подхода: детального изучения инженерно-геологических условий строительной площадки, соблюдения особых технологий строительства и т.д. [2, 3].

В работе ставилась задача качественной и количественной оценки деформационных способностей льда, ледогрунта и сильнольдистого грунта при отрицательной температуре во времени.

Эксперименты проводились в холодильной камере Polair KXH-4.41. В рабочей зоне камеры возможно длительное поддержание отрицательной температуры (до  $-25^{\circ}\text{C}$  с интервалом  $1^{\circ}\text{C}$ ).

В качестве загрузочного устройства применялся модифицированный лабораторный компрессионный прибор КП-1, позволяющий создавать нагрузку на образцы до 1,6 кН с интервалом 10 Н. Изменения высоты образцов льда фиксировались индикатором деформаций часового типа ИЧ10 с ценой деления 0,01 мм.

Испытанию подвергались образцы льда, ледогрунта и сильнольдистого грунта. Образцы льда были изготовлены путем замораживания чистой водопроводной воды в специальных шайбообразных формах. Образцы сильнольдистого и ледогрунта - из смеси льда и частиц песка. Общая технология изготовления образцов была организована следующим образом:

- образец 1 (лед) был изготовлен путем замораживания чистой водопроводной воды в форме размерами  $d_v=50\text{мм}$ ,  $d_n=40\text{мм}$ ,  $h=23\text{мм}$ .

- образец 2 (сильнольдистый грунт) был изготовлен путем замораживания смеси песка и чистой водопроводной воды в форме размерами  $d_v=50\text{мм}$ ,  $d_n=40\text{мм}$ ,  $h=23\text{мм}$ . Доля песка в форме – 70%, доля воды – 30%.

- образец 3 (ледогрунт) был изготовлен путем замораживания смеси песка и чистой водопроводной воды в форме размерами  $d_v=50\text{мм}$ ,  $d_n=40\text{мм}$ ,  $h=23\text{мм}$ . Доля песка в форме – 20%, доля воды – 80%. Для данного образца замораживание происходило послойно для равномерного распределения грунта и ледяных включений в форме.

Типичный алгоритм проведения испытаний состоял в следующем. Заранее подготовленные образцы и оборудование помещались в холодильную камеру с температурой  $-10^{\circ}\text{C}$ . После стабилизации температур, образцы помещались в рабочую часть компрессионного прибора. На каждый образец ступенчато передавалась вертикальная нагрузка до 1,2 кН (давление на образцы 955 кПа). По истечении времени, определенного регламентом (каждые 24 часа), фиксировалась

высота образца. Общая продолжительность испытаний каждого образца – 96 часов.

Испытанию подвергались три вида образцов грунта: лед, сильнольдистый грунт и ледогрунт без изменения отрицательной температуры. Полученные данные показывают, что характер деформирования всех образцов идентичен, но интенсивность уменьшения высоты образцов различна (с увеличением доли ледяных включений она увеличивается). Исследование влияния длительности загрузки свидетельствует о наибольшей скорости деформаций каждого образца в начале загрузки, затем она снижается, но не прекращается.

Полученные в результате проведённых экспериментальных исследований данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Деформируемость образцов в значительной степени зависит от объема включенного в них льда.
2. Все образцы способны деформироваться в течение длительного времени. При этом наибольшую способность к деформированию проявляет чистый лед, наименьшую – сильнольдистый грунт.
3. На протяжении времени испытания чистый лед показывает наименьшую способность к затуханию (стабилизации) деформаций.
4. При использовании льдов и ледогрунтов в качестве оснований фундаментов, следует учитывать их длительную деформируемость под нагрузкой.

### **Список литературы**

1. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. – М, Стандартинформ, 2020. – 38 с.
2. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии)/ Далматов Б.И. – Санкт-Петербург: Лань. 2012. – 416с.
3. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах/ Москва: Минстрой России, 2013 – 37 с.

## РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Д.Е. Золотухин, Н.С. Пичкурова  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[nataliapich@mail.ru](mailto:nataliapich@mail.ru)

*В современных конструктивных решениях промышленных зданий обычно предусматривают применение унифицированных габаритных схем, рациональное использование типовых конструкций, возможность большей серийности при наименьшем числе типоразмеров, наиболее совершенную технологию изготовления конструкций и методы их возведения, широкую индустриализацию строительства с использованием современных средств комплексной механизации строительного производства. В докладе представлены результаты оптимизации конструктивных решений производственного объекта*

*Ключевые слова: унификация габаритных схем, серийность, механизация строительного производства, типизация, стандартизация*

Актуальность темы обусловлена негативным опытом строительства одноэтажных производственных зданий, в которых не соблюдена типизация, серийность элементов конструкций, а также отсутствие архитектурной выразительности.

За основу исследования взято производственное здание. Проект данного объекта был выполнен довольно неординарно. Первое на что можно обратить внимание, это материалы, из которых возведен данный объект. Это комбинация железобетона и металла, большинство узлов соединяющие отдельные конструктивные элементы из разных материалов здания выполнены не по привычным стандартам. Второе, это то, что некоторые железобетонные элементы выбраны из устаревших серий.

Сам цех довольно огромен и состоит из отдельных блоков, каждый из которых работает отдельно, то есть нагрузки, возникающие в разных блоках, не передаются между собой (рисунок 1).

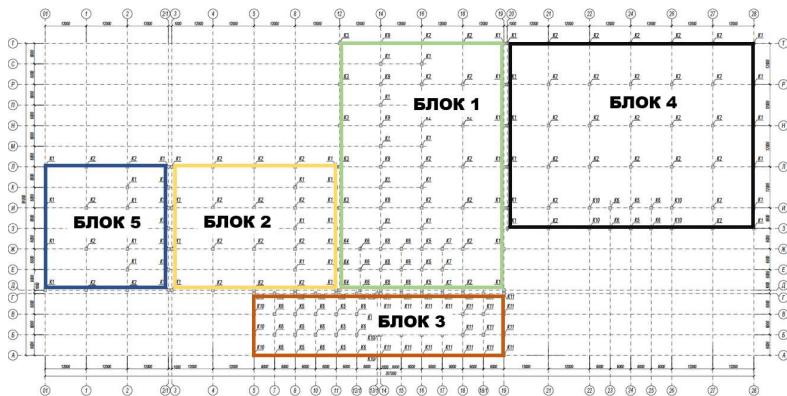


Рисунок 1 – Блоки производственного здания

Производственное здание состоит из следующих элементов:

- колонны сборные железобетонные;
- балки покрытия и перекрытия сборные железобетонные;
- плиты покрытия и перекрытия сборные железобетонные ребристые.

Так как на объекте присутствуют неудобные узлы, а также большое разнообразие конструктивных элементов, было решено провести оптимизацию конструктивной системы данного здания [1,2].

Всего элементов на объекте 1496 шт., в т. ч. 248 фундаментов; 244 колонн; 799 плит покрытия и перекрытия; 120 балок и 85 ригелей.

При оптимизации количество элементов уменьшено на 205 шт.: 211 фундаментов; 207 колонн, 49 ригелей, 700 плит покрытия и перекрытия.

Схема объекта замоделирована в программном комплексе ЛИРА-САПР (рисунок 2).

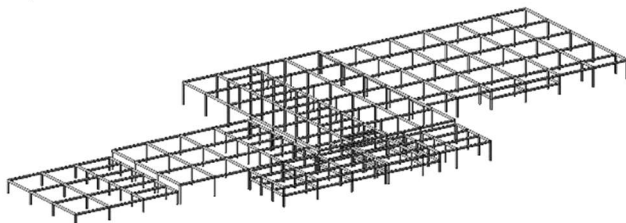


Рисунок 2 – Расчетная схема в ПК ЛИРА-САПР

По результатам расчета и последующего анализа было выявлено, что схема является работоспособной и унифицированной.

## Список литературы

1. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения (к СП 52-101-2003) /ЦНИИПромзданий, НИИЖБ. – М.: ЦНИИПромзданий, 2005. – 214 с.
2. Проектирование железобетонных конструкций. Справочное пособие/А.Б. Голышев, В.Я. Бачинский, В.П. Полищук и др. – Киев: Будівельник, 1985 – 456 с.

## АНАЛИЗ СЦЕНИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Е.А. Ишмухаметова, М.И. Акимова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [ishmka@mail.ru](mailto:ishmka@mail.ru)

*Исследование посвящено роли сценического пространства в составе различных типов образовательных организаций. Также сценическое пространство учебных учреждений было рассмотрено с точки зрения театрального пространства. В итоге, получена схема основных форм сцен при образовательных организациях, в соответствии с уровнем образования, предоставляемого в них.*

*Ключевые слова: сценическое пространство, образовательная организация, типология, учебное заведение, театральное пространство, форма сцены.*

Практически вся учебная инфраструктура России построена по типовым проектам Советского периода. Если в тот период к проектированию зданий подходили достаточно экономично и компактно, то в современных проектах мы можем наблюдать большое разнообразие планировок, когда различные помещения сочетают в себе множество функций одновременно. Несомненно, когда архитектура здания настраивает на творческую деятельность, привлечение интереса к учебному процессу становится проще.

Важной частью любого образовательного учреждения является сценическое пространство, чаще всего называемое актовым залом. Данное помещение может использоваться как лекционная аудитория, место проведения общих собраний, научных конференций, праздников и т.д. Сценическое пространство является центром притяжения

учеников (детей, студентов) и преподавателей (учителей, воспитателей).

Согласно статье 23 Федерального закона от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», в России есть следующие типы образовательных организаций [1]:

1. Дошкольные;
2. Общеобразовательные;
3. Профессиональные;
4. Высшего образования;
5. Дополнительного образования;
6. Дополнительного профессионального образования.

Для проведения исследования влияния типа образовательного учреждения на формирование сценического пространства были выбраны первые четыре типа ОО.

На этапе дошкольного образования особое внимание уделяется художественно-эстетическому и интеллектуальному развитию детей, поэтому нельзя обделять вниманием сценическое пространство при проектировании здания детского сада. Там проходят танцевальные и музыкальные занятия, а также проводятся выступления. Таким образом, наиболее часто встречающаяся форма сцены в дошкольных учреждениях – сцена-коробка [2].

Среднее образование подразумевает развитие творческих возможностей учащихся школ на базе индивидуального и дифференцированного подхода к каждому ребенку [3]. Эта самая ступень является базой, фундаментом для формирования и становления личности. В составе школьных помещений во времена Советского периода не было понятия сценического пространства, общешкольные собрания и деятельность творческих кружков проходила в помещениях рекреации. Когда в составе помещений школ стали появляться актовые залы, форма сцены представляла собой сцену-коробку, либо, менее часто, пространственную сцену с открытой площадкой.

Профессиональные образовательные учреждения осуществляют реализацию образовательных программ начального и среднего профессионального образования [3]. Имеют целью подготовку работников квалифицированного труда и специалистов среднего звена. В типовых проектах профессиональных училищ предусмотрены большие сценические пространства. Здесь форма сцены представляет собой также сцену-коробку, либо пространственную сцену с открытой площадкой, которая появляется уже чаще в проектах.

В ВУЗах особое внимание уделяется сценическому пространству, так как оно является местом проведения научных конференций,

студенческих концертных программ. Планировка зданий предполагает, как наличие сценического пространства в составе помещений главного корпуса университета, так и вынос его в отдельно стоящее здание. Тут можно наблюдать большее разнообразие форм сцены: наиболее часто встречающиеся – пространственная сцена с открытой площадкой, затем сцена-арена, также встречаются сцены-коробки.

Подводя итоги из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что не все типы сценических площадок применимы в условиях образовательных организаций. Безусловно, всё это обусловлено разницей в возрасте обучающихся в той или иной организации, количеством мест для учащихся в организации. Если в ВУЗе целесообразно будет обустройство актового зала с пространственным типом сцены, то в дошкольном учреждении это не всегда обоснованно. Также будут различны габариты сценических пространств для разных учебных учреждений.

Результатом исследования стала схема с приведёнными в ней архитектурно-планировочным, формообразующим и технологическим факторами (Рисунок 1).

№	Тип ОО	Планировка типовых проектов	Примеры		Нормативы и закономерности		Сценич. простр.
			Типов.	Совр.	Сцц.пр.	Smin	
1	Здания дошкольных учреждений				Сцц.пр.	Smin=75м.кв	Частота исп. 
					Расп.	Центр здания	
					Кол.вх.	1-2	
					Назнач.	Занятия, выступления	
2	Здания общеобразо- вательных учреждений				Сцц.пр.	Smin=100м.кв	Частота исп. 
					Расп.	Центр здания	
					Кол.вх.	2-3	
					Назнач.	Занятия, выст., собр.	
3	Профессиональ- ные образователь- ные учреждения				Сцц.пр.	Smin=250м.кв	Частота исп. 
					Расп.	Центр/край здания	
					Кол.вх.	1-2	
					Назнач.	Занятия, выст., собр.	
4	Высшие образователь- ные учреждения				Сцц.пр.	Smin=480м.кв	Частота исп. 
					Расп.	Центр/край здания, Отд. здание	
					Кол.вх.	2-4	
					Назнач.	Занятия, выст., собр.	

Рисунок 1 – Факторный анализ своеобразия сценических пространств учебных заведений, в зависимости от типа образовательной организации



## Список литературы

1. Основные виды учебных заведений в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/information/osnovnye-vidy-uchebnyh-zavedenij-v-rossii/> (дата обращения: 01.03.2022)
2. Базанов В. Техника и технология сцены [Текст] / В. Базанов // «Искусство» Ленинградское отделение 1976 – 1976. – С. 1-2.
3. Виды и типы учебных заведений (образовательных учреждений) в современной России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://nsportal.ru/vuz/pedagogicheskie-nauki/library/2020/01/27/vidy-i-tipy-uchebnyh-zavedeniy-obrazovatelnyh> (дата обращения: 01.03.2022)

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ИГОЛЬЧАТЫХ СВАЙ

Е.А. Казакова, В.С. Галахов, С.В. Линовский  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), [per\\_pror@sibstrin.ru](mailto:per_pror@sibstrin.ru)

*Приведены результаты экспериментальных исследований несущей способности моделей висячих свай, оснащенных стержнями, расположенными радиально к боковой поверхности (игольчатых свай) в грунтовом лотке. В частности, установлено влияние количества стержней на несущую способность свай. Сделаны выводы и даны практические рекомендации по использованию игольчатых свай в строительстве.*

*Ключевые слова: висячая свая, игольчатая свая, несущая способность, грунтовый лоток, металлические стержни.*

Использование свай имеет большое распространение в строительной практике, особенно, на площадках со сложными инженерно-геологическими условиями. Увеличение этажности зданий (сооружений), нагрузок на фундаменты и основания требуют разработки и использования новых конструктивных решений и технологий, способных повысить несущую способность свай.

Свая, относящаяся к категории «висячая», воспринимает нагрузку, передающуюся на нее, за счет сопротивления грунта под нижним концом и сопротивления по боковой поверхности [1]. При этом, во многих случаях силы сопротивления по боковой поверхности свай доминируют над силами лобового сопротивления. Одним из основных

факторов, влияющих на восприятие внешней нагрузки, является объем грунта, вовлекаемого в работу сваей. Поэтому существует необходимость произвести захват как можно большей области грунта, окружающего сваю, с целью повысить ее несущую способность. Для этого используются различные конструктивные решения: уширение ствола сваи (сваи-РИТ), уширение нижнего конца сваи (пяты сваи), применение лопастных и винтовых свай и т.п.

Одним из способов повышения несущей способности может стать применение, предлагаемых ранее авторами настоящего исследования, игольчатых свай [2]. Игольчатая свая – свая полого или сплошного сечения с расположенными по боковой поверхности ствола (перпендикулярно или наклонно) стержнями (иглами).

В научно-технической литературе не удалось обнаружить сведений об исследовании поведения и предложений по применению указанных выше игольчатых свай. В связи с этим авторами работы были поставлены следующие задачи: исследовать поведение моделей свай с различным количеством стержней, расположенных по боковой поверхности; сравнить результаты несущей способности моделей, находящихся в одинаковых грунтовых условиях и имеющих одно и то же сопротивление под нижним концом сваи (равная площадь поперечного сечения моделей свай), но оснащенных различным количеством стержней (игл); сделать соответствующие выводы и рекомендации.

Для исследований были выбраны 4 модели свай длиной 450 мм, диаметром 30 мм. Тело сваи было изготовлено из дерева. Поверхность первой сваи не подвергалась изменениям (А-гладкая свая). Остальные модели были модифицированы с помощью металлических стержней длиной 50 мм с диаметром стержня 3 мм: Б-игольчатая свая, с количеством стержней 28 шт; В-игольчатая свая, с количеством стержней 56 шт; Г-игольчатая свая с количеством стержней 112 шт.

Сваи погружались в грунтовый лоток с песком средней крупности, средней плотности, удельным весом  $18,1 \text{ кН/м}^3$  [3]. Для сохранения идентичности грунтовых условий песок вынимался и засыпался обратно перед каждым новым испытанием.

Загружение выполнялось ступенчато с помощью винтового домкрата. Каждая ступень составляла 0,133 кН. Под действием прикладываемой нагрузки опытная свая постепенно погружалась в грунт. После каждой ступени нагрузки и стабилизации деформаций посредством прогибомеров Максимова (цена деления 0,01 см) регистрировалась осадка модели сваи. На определенном этапе свая достигала предела несущей способности, и происходил её «срыв» –

момент, когда при загрузке новой ступенью были зафиксированы значительные деформации. Для точности результатов каждый образец испытывался 3 раза. В качестве результата принималось среднее значение измерений.

Анализ полученных данных позволяет констатировать следующее:

1. Наличие радиально расположенных стержней на боковой поверхности моделей свай оказывает существенное влияние на несущую способность свай.

2. Модели свай с дополнительными стержнями (игольчатые сваи) имеют меньшие деформации (осадки) при фиксированной нагрузке в сравнении с гладкой свай.

3. Несущая способность свай повышается с увеличением количества радиально расположенных стержней на боковой поверхности моделей свай.

4. Наименьшей несущей способностью обладает модель свай с гладкой поверхностью (модель (А)). Наибольшей несущей способностью обладает модель игольчатой свай (модель (Г)). Эффект в этом случае обусловлен значительным количеством стержней, повышающих общее сопротивление модели свай прикладываемой нагрузке.

5. Отмечено, что увеличение количества стержней на боковой поверхности свай сверх некоторого показателя не приводит к существенному увеличению несущей способности модели свай (модели (В) и (Г)), но может оказаться высокочрезмерным мероприятием. Таким образом, дальнейшее увеличение радиально расположенных стержней на боковой поверхности моделей свай не является целесообразным.

На основании результатов данного исследования можно дать следующие выводы и рекомендации:

1. Применение стержней по боковой поверхности свай (игольчатая свая) может быть одним из способов повышения ее несущей способности.

2. Применение игольчатых свай с достаточно большим количеством стержней способно повысить несущую способность свай в сравнении с традиционной (в несколько раз) и существенно уменьшить деформируемость основания.

3. Количество радиальных стержней (игл) в сваях необходимо принимать исходя из соотношения увеличения несущей способности свай к затратам на материалы и выполнение работ.

## Список литературы

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03 – 85. М., Минрегион России, 2010. – 84 с.
2. Галахов В.С., Казакова Е.А., Линовский С.В. Исследование несущей способности моделей свай с профилированной поверхностью боковых граней в грунтовом лотке // Труды молодых ученых института строительства 2020 года. Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Новосибирск, 2020. С. 46-53.
3. ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. – М, Стандартиформ, 2020. – 38 с.

## ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ ФОРМУЛЫ Б.Г. ГАЛЕРКИНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УДЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА УПРУГОГО ОТПОРА ПРИ РАСЧЕТЕ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТОДАМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКИ

Л.Е. Казанов, А.О. Кузнецов  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[kazanov.l@study.stu.ru](mailto:kazanov.l@study.stu.ru)

*В работе исследуется справедливость применения формулы Б.Г. Галёркина по определению коэффициента удельного упругого отпора при расчете подземных сооружений по гипотезе местных деформаций применительно к выработкам мелкого заложения. Исследование производилось с использованием численных методов, а именно метода конечных элементов, в частности, программного комплекса Plaxis 2D. В работе приведены рекомендации по назначению граничных условий для определения коэффициента удельного упругого отпора.*

*Ключевые слова: удельный упругий отпор, выработка кругового очертания, коэффициент постели, гипотеза местных деформаций*

Для расчета конструкций подземных сооружений используются две группы методов:

1. Методы строительной механики на заданные нагрузки;
2. Методы механики сплошной среды (теории упругости (далее ТУ), ползучести, пластичности и др.).

В исследовании используется вторая группа методов, а именно ТУ. Основное внимание направлено на труды Б.Г. Галёркина, а именно – на формулу расчета коэффициента удельного упругого отпора:

$$K = \frac{E}{R(1 + \nu)} \quad (1)$$

где  $E$  – модуль деформации грунта, кПа;  $\nu$  – коэффициент Пуассона;  $R$  – радиус круговой выработки, м.

Данное выражение было выведено для бесконечного упругого массива, каковым не является ни сам грунт, ни расчетные схемы, применяемые для расчета выработок. Целесообразно задаться вопросом, на сколько соответствуют расчеты коэффициентов постели по формуле Галеркина и по определению?

Для ответа на поставленный выше вопрос предлагается решить следующие задачи: создать эталонную расчетную модель (грунтовый массив с круговой выработкой и с шарнирно-неподвижными связями по контуру массива (рисунок 1)); «практическую» расчетную модель (грунтовый массив с круговой выработкой и с шарнирно-неподвижными связями по нижней грани, шарнирно-подвижными по боковым граням и без ограничений по верхней грани расчетной модели); определить расхождение между двумя моделями.

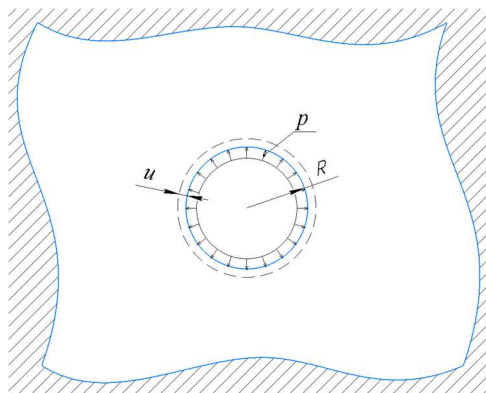


Рисунок 1 – Идеальная расчетная модель

Для решения обеих задач были взяты одинаковые исходные данные, а именно радиус выработки – 1 м, модуль деформации грунта – 9810 кН/м<sup>2</sup>, коэффициент Пуассона – 0,3.

Первая задача включала в себя 2 вопроса:

- 1) Каково влияние граничных условий на расчет?
- 2) Какое соотношение расстояния от закрепления до выработки должно быть, чтобы войти в допустимую погрешность 1%?

По формуле Галеркина (1):

$$K = \frac{9810}{1 \cdot (1 + 0,3)} = 7546 \text{ кН/м}^3.$$

Задаваясь значением коэффициента удельного упругого отпора, полученного по формуле (1), путем множества итераций и сравнения результатов, полученных по определению коэффициента удельного упругого отпора, подбиралось расстояние от выработки до закреплений начиная с рекомендаций [1, 2] – пять радиусов выработки.

Подробные результаты процентного расхождения приведены на рисунке 2.

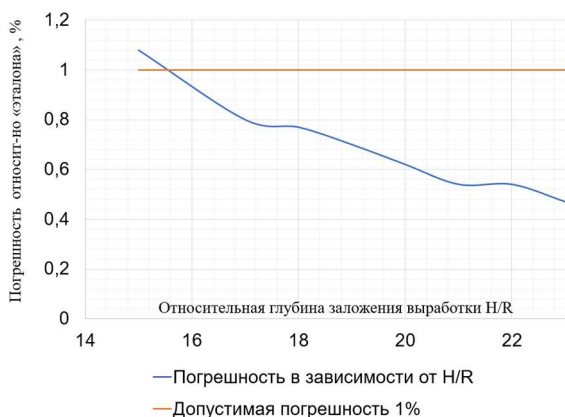


Рисунок 2 – График расхождений результатов

Анализируя результаты (см. рис. 2), сделан вывод, что оптимальное расстояние от выработки до закрепление расчетной модели должно составлять не менее 17 радиусов выработки.

Далее были сопоставлены значения коэффициентов удельного упругого отпора, полученных по эталонной и «практической» моделям.

Расчет в программном комплексе Plaxis [3] показал, что при полученном перемещении верхней точки свода (0,1457 мм) коэффициент удельного упругого отпора составляет 6863 кН/м<sup>3</sup>, что превышает допустимый 1 % погрешности в 9 раз.

Исходя из вышеизложенного следует, что расчет тоннелей мелкого заложения формуле (1) недопустим.

В продолжении работы авторами планируется исследовать необходимую глубину заложения, при которой данное расхождение нивелируется.

### **Список литературы**

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. – М.: Недра, 1989. – 270 с. - ISBN 5-247-00294-6
2. Фролов Ю.С. Механика подземных сооружений: учеб. пособие /Ю. С. Фролов, Т. В. Иванес. - СПб.: ФГБОУ ВПО ПГУПС, 2014. - 125 с. – ISBN 978-5-7641-0664-9
3. Plaxis 2D CONNECT Edition Справочное пособие. – СПб.: ООО «НИП-Информатика», 2021. – 502 с.

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ УЧАСТНИКОВ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МОСТОВОЙ ИНДУСТРИИ**

Е.С. Кокоева, А.А. Ращепкин

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[lena.kokoeva.91@mail.ru](mailto:lena.kokoeva.91@mail.ru)

*Технология BIM постепенно, но неуклонно входит в нашу жизнь и в корне меняет всю строительную индустрию. Для ее внедрения и нормального функционирования в условиях сжатых сроков, ограниченного финансирования и технической сложности современных строительных проектов требуется решить целый комплекс ранее не известных задач. Цель настоящей статьи – описать теоретические основы эффективного взаимодействия участников BIM в мостовой индустрии.*

*Ключевые слова: BIM-технология; BIM-моделирование; BIM-команда, BIM-процесс, BIM-решения*

Определение BIM многогранно. Сейчас технология BIM – это не только процесс создания информационной модели инженерного сооружения, это принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту сооружения, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую

составляющую [1]. BIM понимается как инструмент, то есть стратегия, управление жизненным циклом сооружения.

Опыт зарубежных стран показывает, что технология BIM в строительстве себя полностью оправдала. Главными преимуществами использования BIM-технологий в проектировании являются точность расчетов, выявление коллизий и возможность проанализировать множество рисков при возведении и эксплуатации капитального объекта. Для объектов с уникальными архитектурными или конструктивными решениями BIM имеет большое значение: данный метод позволяет проектировать несущие конструкции любой сложности, из любого материала. Еще одно важное преимущество — возможность работать с большим количеством документации в едином информационном пространстве (среде общих данных) и вносить в BIM-модель синхронизированные изменения со стороны всех участников BIM-процесса: проектировщика, заказчика, подрядчиков. Банк имеющейся информации пополняется новыми данными на каждой стадии жизненного цикла объекта. BIM-модель, наполненная множеством атрибутивных параметров, на различных уровнях детализации является основным «поставщиком» данных для различных систем: календарного планирования, закупок и поставки, эксплуатации и др. Она позволяет принимать обоснованные и эффективные управленческие решения. BIM-модель позволяет анализировать расход материалов, сокращать сроки и упрощать процесс проектирования.

Переход на BIM-проектирование — это непростая и многоплановая задача, требующая высокого уровня компетенций от руководителей всех уровней, IT-специалистов, а также самих сотрудников. Переход на BIM — это не просто покупка новой программы. Как правило, он требует изменения бизнес-процессов организации, обновление компьютерного парка и существенные вложения, в том числе временные, на переобучение сотрудников. Ориентировочная стоимость перехода на BIM для одного сотрудника на примере ПО Revit составляет около 100 тыс. рублей, плюс 200 тыс. рублей в год.

В статье будут подробно описаны роли участников, формирующих BIM-процесс, а именно:

- Заказчика (Служба Заказчика, Технический Заказчик);
- Проектировщика (Генеральная проектная организация и субпроектные организации);
- Подрядчика (Генеральный подрядчик и субподрядчики);
- Службы эксплуатации.

Процесс создания объекта капитального строительства с применением BIM-технологий поделен на несколько этапов. Их может



быть до десяти в зависимости от стадии работы над проектом. В статье будет описан идеальный сценарий BIM-процессов и их соответствии принятым в СП 333.1325800.2020 Информационное моделирование в строительстве [2] уровням детализации.

В составе проектной команды должны быть квалифицированные специалисты, имеющий опыт выполнения BIM-проектов и организации работ по BIM-проектированию. Среди специалистов, вовлеченных в процесс проектирования по BIM-технологии данного проекта, выделяются следующие основные роли:

- стратегическая (BIM-менеджер);
- управленческая (BIM-координатор);
- техническая (BIM-мастер, IT-специалист);
- консультационная и обучающая (сторонний консультант);
- производственная (BIM-автор, проектировщик).

Несомненно, эффективность взаимодействия участников BIM-процесса невозможно оценить без анализа программ, поддерживающих BIM-моделирование. В статье будет приведен обзор BIM-решений на проектном рынке гражданского строительства исходя из критериев соответствие требованиям 87 Постановления РФ [2]. Критерии:

1. Землеустройство (Раздел 2. «Проект полосы отвода»)
2. Конструктивные решения (Раздел 3 «Технологические и конструктивные решения линейного объекта. Искусственные сооружения» и Раздел 4 «Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру линейного объекта»)
3. Инженерные решения (Раздел 5 «Проект организации строительства»)

В статье будет представлен сравнительный анализ следующих программ: Tekla Structures, Revit, Renga, Нанософт/CSoft Development, AutoCAD, Model Studio CS.

### **Список литературы**

1. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий BIM // ДМК Пресс. 2015. – 400 с.
2. СП 333.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве: свод правил / Минстрой России. – Изд. офиц. – Москва, 2017. – 195 с.
3. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 15.07.2021) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» // Собрание законодательства РФ. - 25.02.2008. № 8. - Ст. 744.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ КАМЕННЫХ СТОЛБОВ

С.А. Минаева, Ю.В. Астахов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[yur.astahoff@yandex.ru](mailto:yur.astahoff@yandex.ru)

*Для усиления кирпичных столбов была использована ткань из углеродного волокна. Дано обоснование выбранного направления исследования, выполнен обзор теоретических и экспериментальных работ по данной теме (как зарубежными, так и отечественными специалистами). Проведен сравнительный анализ эффекта усиления каменной кладки с помощью бандажей из углеродного волокна и стальной обоймы.*

*Ключевые слова: реконструкция, усиление, каменный столб, высокопрочные материалы, композиционный материал, углеродное волокно.*

Область применения – приведен один из возможных вариантов усиления каменных конструкций (столбов и ослабленной кладки).

**Цель работы – на основе проведенных расчетов и сравнительных анализов оценить метод усиления кирпичных столбов углеволокном и влияние на их несущую способность.**

Предмет исследования – несущая способность каменного столба.

Проблема повышения прочности конструкций актуальна как гражданском, так и в промышленном строительстве при проектировании новых конструкций и усилении существующих. В последнее время, чтобы продлить их жизненный цикл, объем ремонтных работ зданий различного назначения значительно увеличивается.

Устоявшимися решениями при усилении являются внешнее армирование, метод инъектирования или установка железобетонных или металлических обойм, стальных скоб, стальных профилей через анкерное крепление в отдельных точках с последующим зачеканиванием (или инъектированием) цементным раствором [1-4].

Данные методы способны значительно повысить несущую способность каменных конструкций, однако при использовании стальных обойм трудоемко и технологически сложнее включить в работу усиливаемый элемент, а также существенно увеличивается сечение усиливаемого элемента, следовательно, и вес конструкций. К тому же, повреждения в результате просадок фундаментов, оконные,

дверные или технологические проемы осложняют усиление каменных конструкций.

Рассматриваемый в работе способ – инновационный, основывается на применении композитов без повреждения участков кирпичной кладки [5, 6]. Его принцип – в наклеивании слоя углеволокна на несущие поверхности без изменения размеров помещения, поскольку толщина ткани составляет всего 0,1-2,0 мм.

Применение элементов внешнего армирования из углеволокна для усиления конструкций позволяет, минимально нарушая её целостность, задействовать больший объем ее материала в работу и имеющиеся резервы конструкции, при этом бережно относиться к неповрежденным участкам.

Включение в работу углеволокна (углехолста) обеспечивается клеевым слоем при монтаже полотна на армируемый элемент, что очень важно при реконструкции и реставрации строительных конструкций.

В зарубежных странах рассматриваемый метод регламентирован и широко используется, однако в нашей стране вопрос об использовании углеволокнистой ткани остается открытым.

Сравнительный анализ теоретических величин (таблица 1) показывает пятикратное увеличение несущей способности кирпичных столбов, усиленных обертыванием композиционным материалом.

В таблице показано сравнение полученных результатов расчёта кирпичных столбов, усиленных с помощью углеволокна и стальной обоймой.

*Таблица 1 – Сравнение полученных результатов расчёта*

№ п/п	Характерный параметр	Стальные планки 70х6 мм с уголками 50х5 мм	Углеволокно в один слой, ширина полосы 70 мм	Углеволокно в пять слоев, ширина полосы 70 мм	Углеволокно в два слоя, ширина полосы 200 мм	Углеволокно в один слой, сплошное оборачивание
1	2	3	4	5	6	7
2	Несущая способность столба до усиления, кН	884,07				
3	Несущая способность столба с учетом усиления, кН	1309,24	970,30	1313,93	1375,34	4568,58
4	Толщина элемента усиления, мм	11	0,129	0,645	0,258	0,129
5	Относительная прочность кладки, %	148	110	147	156	516

Несущая способность каменного столба с использованием стальных планок 70×6 мм с уголками 50×50×5 мм эквивалента несущей способности столба с бандажом из полос углеволокна шириной 200 мм и толщиной 0,258 мм, что, в свою очередь, тоньше в 43 раза.

В результате усиления конструкции двумя способами несущая способность была увеличена в обоих случаях. Однако, стальная обойма из уголков и планок должна быть защищена от коррозии цементным раствором, что влечет дополнительное увеличение общего веса конструкции.

Таким образом, анализ показывает, что усиление углеволокном позволяет альтернативно использовать данный метод и в широких пределах регулировать усилия в каменной конструкции, повышать прочность, не нарушая её целостности.

### **Список литературы**

1. Пириев Ю. С., Технические вопросы реконструкции и усиления зданий: учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2013. – 120 с.
2. Мальганов А. И., Плевков В. С., Полищук А. И., Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей. – М.: Томск, Издательство Томского университета, 1990. – 320 с.
3. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81\*. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 78 с.
4. СП16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 177 с
5. Чернявский В.Л., Аксельрод Е.З. Применение углепластиков для усиления железобетонных конструкций промышленных зданий. // Промышленное и гражданское строительство, 2004. №3. С.37–38.
6. Шилин А. А., Пшеничный В. А., Картузов Д. В. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. – М.: «Стройиздат», 2004. – 139 с.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ВЫСОТЫ НАСЫПИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В КРИОЛИТОЗОНЕ**

Е.И. Нагаев, А.Л. Исаков

Сибирский государственный университет путей сообщения,

[einagaev@mail.ru](mailto:einagaev@mail.ru)

*В настоящей работе рассматривается обоснование минимальной высоты насыпи в криолитозоне с учетом циклов оттаивания-промерзания грунтов основания. Отдельное внимание уделено вопросу*

снегонакопления на откосной части насыпи, как фактору, влияющему на тепловой баланс. В работе установлена расчетная высота насыпи, гарантирующая отсутствие протаивания грунта под подошвой насыпи, а также подтверждена корректность расчета в одномерной постановке задачи.

*Ключевые слова:* земляное полотно, насыпь, криолитозона, многолетнемерзлые грунты, деградация мерзлоты.

Железные дороги являются ведущим звеном и основным видом путей сообщения в Транспортной системе России. А поскольку вечная мерзлота распространена на большей части России, повышение экономической эффективности при строительстве земляного полотна новой железнодорожной линии в криолитозоне по первому принципу путем минимизации высоты насыпи является актуальной проблемой.

Регион, рассмотренный в настоящей работе, относится к северной части протяженной Западно-Сибирской равнины. Для описанного региона характерно распространение многолетнемерзлых грунтов.

В соответствии с первым принципом строительства [1] грунты остаются в мерзлом состоянии в течении всего периода строительства и эксплуатации земляного полотна.

Для решения задачи было проведено численное моделирование в рамках одномерной и двухмерной постановке задачи. Одномерная теплофизическая модель температурного поля земляного полотна, реализована в программе *Freeze-1z*.

Граничными условиями математической задачи являются температура на поверхности дневной поверхности с учетом температурной поправки и температура на глубине нулевых годовых амплитуд. Теплофизическое моделирование проводилось, основываясь на законе теплопроводности Фурье, учитывая фазовые переходы оттаивания-промерзания грунтов основания земляного полотна.

Для корректировки температурного режима на поверхности балластной призмы в соответствии с нормативной документацией необходимо проанализировать температуру за последние 10 лет [2].

Для учета радиационно-теплого фактора, влияющего на температуру поверхности, рассчитывается температурная поправка. Для этого использовалась программа *Delta-T* со значениями среднемесячной температуры [3].

В программе *Freeze-1z* производится расчет оттаивания грунтов земляного полотна [4].

После задания необходимых параметров начинается основная часть исследования - итерационный подбор минимальной высоты насыпи.

Для первого расчетного цикла высота насыпи принята равной 2 метра. Расчет начинается с апреля, перед началом теплого сезона.

В ходе расчетов выявлено, что с увеличением высоты насыпи зона оттаивания грунта основания уменьшается.

Таким образом в серии итерационных расчетов было определено, что высота 2,4 м является минимальной с условием соблюдения первого принципа строительства, при котором грунт основания не подвержен оттаиванию.

Учитывая полученный результат, можно сделать вывод, что подобранная высота насыпи достаточна для предотвращения оттаивания грунтов основания, а увеличение высоты приведет к перерасходу отсыпаемого материала. Результат расчета представлен на рисунке 1.

Граничными условиями в рамках решения двухмерной постановки задачи являются: температура поверхности мха и щебня, граница первого нулевого потока, температура нулевых годовых амплитуд.

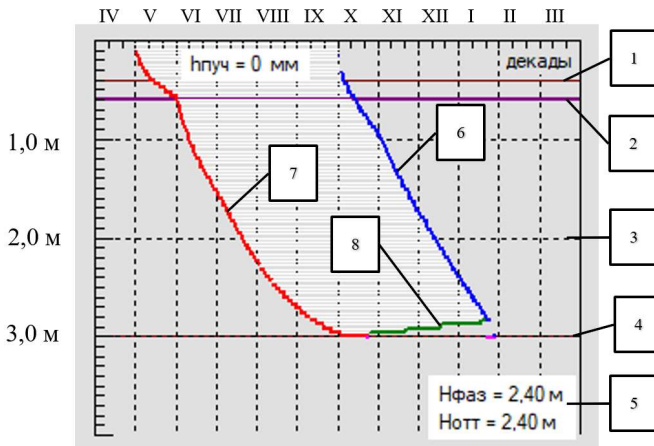
Возникает необходимость дополнительного расчета поправки на инсоляцию дневной поверхности растительного мохового покрова. Расчет аналогичен предыдущему, за исключением числа альбеда.

Серия расчетов проводилась с шагом в пять лет. Результат протекания теплофизических процессов за 25,5 лет, происходящих в теле насыпи, ее основании и прилегающей грунтовой среде представлен на рисунке 2.

Для подтверждения корректности расчетов в одномерной модели необходимо рассмотреть двухмерную постановку задачи, в которой учитывается снегонакопление на откосах насыпи и наличие растительно-мохового покрова.

В программе *Freeze-Cold* [5] составляется расчетная схема, учитывающая ранее перечисленные особенности. На рисунке 2 яркие зоны соответствуют талому грунту.

Зона под подошвой земляного полотна, за исключением ее краев, не подвержена оттаиванию, что является главным критерием подбора минимальной высоты насыпи.



1 – линия разделения материалов ВСП. 2 – подошва верхнего строения пути.  
 3 – тело насыпи. 4 – подошва насыпи. 5 – основание земляного полотна.  
 6 – линия промерзания грунта сверху. 7 – линия оттаивания грунта сверху.  
 8 – линия промерзания грунта снизу.

Рисунок 1 – График оттаивания-промерзания для наиболее теплой зимы за 10 лет

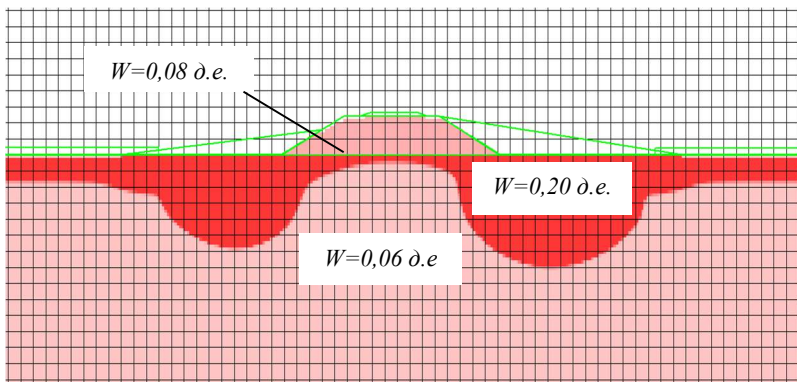


Рисунок 2 – Поле распределения влажности через 25,5 лет для наиболее теплого года

Таким образом в ходе итерационных расчетов была определена минимально допустимая высота насыпи в криолитозоне, равная 2,4 метра, гарантирующая отсутствие протаивания грунта под подошвой насыпи, а также подтверждена корректность теплотехнических расчетов, выполненных для одномерной модели.

## Список литературы

1. Свод правил СП 22.13330.2011 основания зданий и сооружений: Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\* / Б. В. Бахолдин, А. А. Григорян, П. А. Коновалов [и др.]. – Москва: ОАО "Центр проектной продукции в строительстве", 2011. – 165 с. – EDN WHAFFZ.
2. Свод правил СП 25.13330.2012 основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах: Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 / В. П. Петрухин, О. А. Шулятьев, В. Е. Конаш [и др.]. – Москва: ФАУ "ФЦС", 2012. – 123 с. – EDN WHLADV.
3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23.01.99. – М., 2012. – 37 с.
4. Исаков А.Л., Гудкова И.Н. Расчет земляного полотна с использованием компьютерных программ PLAXIS и FREEZE-1: Учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019. – 63 с.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2021611121 Российская Федерация. Программа для расчета температуры многолетнемерзлых грунтов земляного полотна «Freeze-Cold» / В.И. Машуков, А.Л. Исаков; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет путей со-общения». – № 2021610134; заявл. 11.01.2021; опубл. 21.01.2021 Бюл. № 2. – 1 с. СГУПС, 2019. – 63 с.

## УТОЧНЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРИВЕДЕНИЯ ДЛИНЫ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ В РАСЧЕТАХ ФЕРМ

А.В. Никольский, Н.А. Люфт, В.Г. Себешев  
Новосибирский государственный архитектурно-строительных  
университет (Сибстрин), [lukanik99@mail.ru](mailto:lukanik99@mail.ru)

*Получены значения коэффициентов расчетной длины для элементов при расчете на устойчивость плоской фермы с жесткими узлами методами строительной механики. Использовано решение задачи устойчивости в форме метода конечных элементов. Произведено сравнение найденных расчетом значений коэффициентов приведения длины со значениями, рекомендованными в действующем своде правил. Ключевые слова: устойчивость формы равновесия; коэффициент приведения длины; ферма; общая потеря устойчивости.*



Современные отечественные нормы проектирования строительных конструкций, в частности, стальных ферм, требуют поэлементной проверки на устойчивость сжатых стержней [1] с использованием регламентированных значений коэффициентов приведения длины (расчетной длины)  $\mu$ , в которых отражается очевидный факт взаимосвязи деформирования элементов фермы при потере устойчивости ее проектного равновесного состояния при реальных (не идеализированных шарнирных) узлах конструкции.

При рассмотрении фермы, элементы которой жестко соединены друг с другом, уточненные значения коэффициентов приведения длины  $\mu$  должны определяться расчетом на устойчивость фермы как единой системы [2, 3] с определением критического значения ведущего параметра  $\mu_0$  и последующим вычислением коэффициентов  $\mu_j$  всех  $n$  сжатых элементов, в зависимости от отношений длин, изгибных жесткостей сечений стержней и продольных сил в них:

$$\mu_j = \mu_{0,cr} \cdot \frac{l_0}{l_j} \cdot \sqrt{\frac{N_0}{N_j} \cdot \frac{E_j I_j}{E_0 I_0}}, \quad j = \overline{1, n}.$$

С целью получения корректных значений коэффициентов приведения длины были выполнены компьютерные расчеты на устойчивость плоских ферм с жесткими узлами, в том числе с недеформируемыми вставками, моделирующими конечные размеры фасонок. При этом, исходя из возможных постановок инженерных задач расчета ферм, варьировались характерные очертания поясов, типы решеток, соотношения жесткостей элементов и схемы нагрузок.

В результате получены значения коэффициентов расчетной длины сжатых стержней ферм при потере устойчивости конструкции, с помощью которых определены комбинации расчетных параметров конструкции, для которых использование предписываемых сводом правил значений коэффициентов  $\mu$  может давать недопустимые погрешности при поэлементной оценке устойчивости сжатых стержней фермы. В связи с этим сформулированы предложения по актуализации требований норм проектирования, в том числе по допущению возможности использования результатов расчетов ферм на общую устойчивость с учетом реальных схем соединений элементов, с использованием современных средств компьютерных расчетов конструкций [4].

## Список литературы

1. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – М., 2017. 172 с.
2. Себешев В. Г. Расчет стержневых систем на устойчивость методом перемещений: учеб. пособие. 2-е изд., стер. / В. Г. Себешев; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т. (Сибстрин). – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. – 84 с.
3. Александров А.В., Потапов В.Д., Зылев В.Б. Строительная механика. В 2 кн. Кн.2. Динамика и устойчивость упругих систем: учеб. для вузов / под ред. А.В. Александрова. – М.: Высш. шк., 2008. – 384 с.
4. Теплых А.В. Определение расчетных длин элементов стальных конструкций через расчет на устойчивость в SCAD и в программе Кристалл // Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений (APCSCE 2018): тезисы докладов VII Международного симпозиума. Новосибирск, 2018. С. 86.

## БОЛТО-ФРИКЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Н.С. Письменный, А.Н. Иванов

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[microb42rus@mail.ru](mailto:microb42rus@mail.ru)

*В данной работе приводится сравнительный расчет одноболтовых обычных и болто-фрикционных соединений элементов из полимерных композиционных материалов для обоснования целесообразности применения высокопрочных болтов в таких соединениях. Решается контактная задача для болто-фрикционного соединения композитных элементов путем численного моделирования в программе SolidWorks, с последующим сравнением полученных результатов с результатами испытаний.*

*Ключевые слова: высокопрочный болт, соединения, стеклопластик, шайба, испытания, моделирование.*

Актуальность исследуемой темы определяется расширением конструктивных вариантов исполнения композитных пролетных строений и, следовательно, увеличением объемов применения новых материалов и конструкций в мостостроении.

Целью данной работы является решение контактной задачи взаимодействия композитных элементов болто-фрикционного соединения путем его численного моделирования в конечно-элементном расчетном комплексе SolidWorks.

Болто-фрикционные соединения хорошо себя зарекомендовали в металлических конструкциях. Выполним расчет несущей способности одноболтового обычного и болто-фрикционного соединений металлических элементов для наглядной демонстрации численных отличий. К расчету приняты болты М24, изготовленные из стали 40Х. Материал соединяемых элементов сталь 10ХСНД. Размеры болтов определены по [1, 2].

Расчетная схема соединения приведена на рисунке 1. Для обеспечения работы болтового соединения диаметр отверстия принят равным диаметру болта, а для обеспечения работы болто-фрикционного соединения только за счет сил трения диаметр отверстия принят равным на 1 мм больше диаметра болта.

Наименьшая ожидаемая несущая способность определена по [3]. Для болтового соединения разрушение произойдет по срезу болта при нагрузке на элемент в 104,19 кН. Взаимный сдвиг элементов в болто-фрикционном соединении произойдет при нагрузке 154,28 кН.

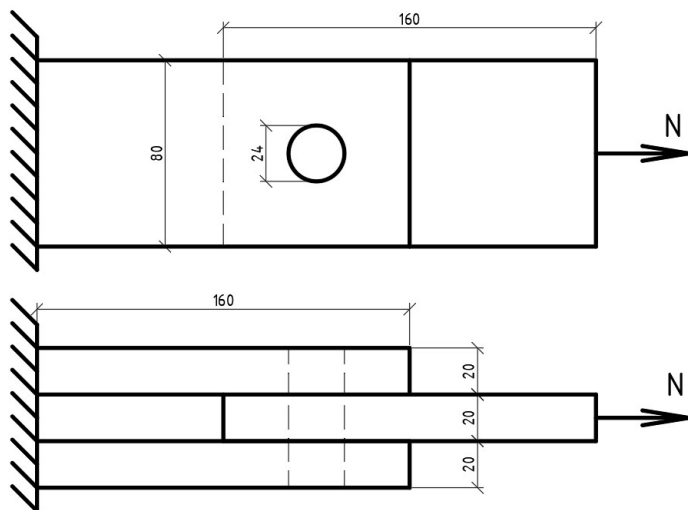


Рисунок 1 – Расчетная схема соединения

Несущая способность одного болтоконтакта в болто-фрикционном соединении на 48 % превышает несущую способность болтового

соединения для металлических элементов, что обосновывает их широкое распространение в стальных конструкциях. Также достоинством болто-фрикционных соединений является отсутствие зависимости несущей способности от направления приложения нагрузки, что для анизотропных материалов является актуальным вопросом.

Для исследования работы соединений из композитных материалов был принят стеклопластик марки СППС-240. Данный материал производится пултрузионным способом, а потому имеет зависимость свойств от ориентации армирующих волокон. При этом наименьшими прочностными показателями он обладает поперек волокон армирования. Предел прочности на сжатие поперек армирующих волокон равен 70 МПа. Из этого следует, что давление, передающееся с шайбы от натяжения высокопрочного болта на элемент, не должно превышать этого значения.

Рассматривать болты большого диаметра, характерные для стальных конструкций, нецелесообразно, что было показано в работе [4]. К расчету принят болт М10 с усилием натяжения 45,2 кН. Расчетами определено, что максимальное усилие натяжения болта при шайбе с размерами 11x34x3 мм не должно превышать 56,91 кН. Взаимный сдвиг элементов в болто-фрикционном соединении с таким болтом произойдет при нагрузке на элемент в 23,38 кН по расчету в соответствии с [3].

Сотрудниками СибНИИ мостов СГУПС были проведены испытания одноболтовых болто-фрикционных соединений стеклопластиковых элементов, параметры которых определены по описанным выше расчетам. Результаты испытаний использовались для разработки конечно-элементной расчетной модели.

В первой итерации контактной задачи натяжение болта задавалось изменением длины, в связи с этим было определено предельное усилие, которое предшествует взаимному сдвигу элементов, равное 11,06 кН. Это значение существенно меньше полученного аналитическим расчетом. Такой результат обусловлен относительно низким модулем упругости поперек армирующих волокон стеклопластика и, как следствие, повышенной деформативностью.

Для корректной работы модели тело болта было заменено на приложенное эквивалентное давление в месте контакта болта с шайбой. Полученные значения согласуются с испытаниями соединений, что свидетельствует о корректном описании фактической работы соединения созданной расчетной моделью. Сравнительные результаты расчета по модели с испытаниями соединений приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные результаты

Модель		Испытание			
Макс. нагрузка, кН	Макс. деформация, мм	Макс. нагрузка, кН		Макс. деформация, мм	
		образец	среднее	образец	среднее
22.47	0,148	20,148	22,965	0,11	0,12
		19,116		0,133	
		27,036		0,063	
		25,56		0,172	

В ходе выполненной работы была решена контактная задача по моделированию болто-фрикционного соединения композитных элементов и получены результаты, описывающие напряженно-деформированное состояние элементов соединения при нагружении. Расчетные данные показали хорошую согласованность с результатами испытаний. Таким образом, данная модель может использоваться в дальнейшем для расчетов многоболтовых соединений.

### Список литературы

1. ГОСТ 7798-70 «Болты с шестигранной головкой класса точности В» Введ. 01.01.1972. – М.
2. ГОСТ Р 53664-2009 «Болты высокопрочные цилиндрические и конические для мостостроения. гайки и шайбы к ним». Введ. 01.01.2011. – М.
3. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84. Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 341 с.
4. Пыринов, Б.В. Совершенствование конструктивных решений узловых соединений из полимерных композиционных материалов / Б.В. Пыринов, А.Н. Яшнов, А.Н. Иванов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – Новосибирск: СГУПС, 2012. – Вып. 28. – С. 69-75.

## ПЕРСПЕКТИВА ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ К СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ И ИЗДЕЛИЯМ В СООТВЕТСТВИИ С ПРОЕКТОМ ТР ЕАЭС «О БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ»

О.Н. Соловьева, П.Н. Меринова, П.Н. Грехова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), [fedinaon@mail.ru](mailto:fedinaon@mail.ru)

*В статье исследуется проблема несовершенства действующей системы нормативных документов в строительстве в Российской Федерации и приведена предполагаемая структура нормативных документов в строительстве в соответствии с проектом ТР ЕАЭС «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий». Приведено сравнение действующей и будущей системы нормативных документов в строительстве.*

*Ключевые слова: система нормативных документов в строительстве, технический регламент, безопасность, здания, сооружения, строительные материалы, строительные изделия*

Техническое регулирование - правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных и добровольных требований к продукции [1-4]. Под продукцией в строительстве понимается строительные процессы, включая изыскания, проектирование, процессы производства работ в строительстве, строительные материалы, изделия и конструкции и здания в целом.

В данный момент рынок строительных материалов и изделий практически на 50% и более состоит из контрафактной и фальсифицированной продукции, по мнению представителей российских союзов предпринимателей по производству строительных материалов и изделий. И как показывает мировая практика, только с применением технического регулирования можно избавить рынок строительных материалов и изделий от этой проблемы.

Текущие требования по ТР РФ «О безопасности зданий и сооружений»:

- Обеспечение соответствия безопасности зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса) требованиям настоящего Федерального закона

- Общие требования безопасности зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса)

- Требования к результатам инженерных изысканий и проектной документации в целях обеспечения безопасности зданий и сооружений

- Обеспечение безопасности зданий и сооружений в процессе строительства, реконструкции, капитального и текущего ремонта

- Обеспечение безопасности зданий и сооружений в процессе эксплуатации, при прекращении эксплуатации и в процессе сноса (демонтажа)

- Оценка соответствия зданий и сооружений, а также связанных со зданиями и с сооружениями процессов проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки, эксплуатации и утилизации (сноса)

В нижеприведенной таблице 1 показаны сравнительные характеристики документов ТР РФ и ТР ЕАЭС.

*Таблица 1 - Сравнение перечней нормативных документов ТР РФ с проектом ТР ЕАЭС*

ТР РФ	ТР ЕАЭС
1. Общие документы на процессы 2. Общие нормативные технические документы 3. Нормативные документы по градостроительству, на здания и сооружения определенного назначения 4. Нормативные документы на внешние сети и внутренние системы инженерно-технического обеспечения 5. Нормативные документы на строительные конструкции зданий и сооружений	1. Организационные документы 2. Основные положения надежности и механической безопасности 3. Пожарная безопасность 4. Защита от неблагоприятных воздействий 5. Планировка и застройка 6. Здания различного назначения 7. Сооружения различного назначения 8. Внутренние инженерные системы зданий и сооружений 9. Строительные конструкции, основания и фундаменты зданий и сооружений 10. Строительные материалы и изделия

Часть обязательных требований по строительным материалам и изделиям на территории РФ имеются в постановлении Правительства

РФ 982 от 01.12.2009 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации... и декларированию...». Но процесс внесение отдельных видов строительных материалов и изделий в единый перечень продукции работает локально и несистемно и не решает комплекса проблем, связанных с правилами и процедурами сертификации, юридическими аспектами установления обязательных требований к продукции, проведением государственного надзора за ней и т.д.

Выводы: в Российском техническом регламенте на здания и сооружения нет четкой регламентации требований к строительным материалам, также в РФ нет отдельного технического регламента на строительные материалы. В ТР РФ не до конца четко сформулированы пожарные требования, как в проекте ТР ЕАЭС.

### Список литературы

1. О техническом регулировании: федеральный закон от 27 декабря 2002 г., № 184-ФЗ [Текст электронный] // Консультант-Плюс: надежная правовая поддержка: официальный сайт. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/) (дата обращения: 01.03.2022 г.).
2. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: федеральный закон от 30 декабря 2009 г., № 384-ФЗ [Текст электронный] // КонсультантПлюс: надежная правовая поддержка: официальный сайт. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения: 01.03.2022 г.).
3. Технический регламент Евразийского экономического сообщества «О безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий» : проект [Текст электронный] // Евразийское экономическое сообщество : официальный сайт. – URL: <http://www.evrazes.com/docs/view/431> (дата обращения: 01.03.2022 г.).
4. Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии: постановление Правительства РФ от 01 декабря 2009 г., №982 [Текст электронный] // КонсультантПлюс: надежная правовая поддержка: официальный сайт. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_94853/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_94853/) (дата обращения: 01.03.2022 г.).



## ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.С. Чистяков, А.Р. Панкратова  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[Himmel312@mail.ru](mailto:Himmel312@mail.ru)

*Современные теплоизоляционные материалы получили широкое распространение и применяются практически во всех сферах строительной отрасли. Поэтому определение коэффициентов теплопроводности материалов является важнейшей задачей, стоящей перед исследователями. В работе поставлен эксперимент по определению точного значения коэффициентов теплопроводности опытных образцов.*

*Ключевые слова: теплообмен, теплопроводность, коэффициент теплопроводности, строительство, теплоизоляционные материалы.*

Важнейшей задачей при строительстве жилых и промышленных зданий является обеспечение требуемого температурного режима [1]. Теплоизоляционные материалы применяются не только для снижения тепловых потерь зданий, но и для уменьшения влияния теплового потока от установок, нагреваемых в процессе эксплуатации. Помимо того технологическое охлаждение является критическим требованием для процессов охлаждения, замораживания, отвода тепловой энергии и поддержания температуры во время производственных или других технологических процессов. Необходимые эффекты теплопроводности широко применяются в промышленности, включая нефтехимическую, фармацевтическую, пищевую, медицинскую отрасли, а также металлургию и машиностроение.

Современный этап развития строительной отрасли характеризуется большим разнообразием строительных и теплоизоляционных материалов. Поэтому возникает потребность в точном определении коэффициентов теплопроводности используемых материалов [2].

В представленной работе был поставлен эксперимент по измерению теплопроводности двух образцов теплоизоляционных материалов. Источником энергии служила паяльная термовоздушная станция Lukey-852D+FAN. Горячий воздух пропускаться через сквозное отверстие, сделанное в образцах. Измерение температуры внутренней и внешней стенок образцов с течением времени производилось при помощи мультиметра MD 838P и термопары.

По итогам эксперимента был построен график изменения температуры внешней поверхности образцов во времени с момента начала пропуска горячего воздуха. Определены отношения коэффициентов теплопроводности для образцов из одинаковых материалов. Значения данных отношений оказались близки к единице, что на практике подтверждает справедливость закона Фурье [3]. Вычислить точное значение коэффициентов теплопроводности взятых образцов не удалось. Это обусловлено трудностью точного количественного определения пропускаемого потока энергии. Однако на практике выявлено, что при одинаковых экспериментальных условиях можно сравнивать теплопроводности разных материалов между собой. Поэтому можно говорить о возможности определения значения коэффициента теплопроводности на основе эталонного образца.

В процессе дальнейшего исследования планируется подготовить и провести эксперимент, в котором будет точно известен поток энергии через поверхность, и на основании поставленного эксперимента определить точное значение коэффициентов теплопроводности материалов.

### **Список литературы**

1. Пашков, Е. И. Современные строительные теплоизоляционные материалы / Е. И. Пашков, М. Б. Пермяков, Т. В. Краснова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2020. – Т. 11. – № 2. – С. 15-19. – EDN MLYYOM.
2. Дорохин, М. В. Измерение коэффициента теплопроводности методом стационарного теплового потока / М. В. Дорохин, А. В. Здравейцев, Ю. М. Кузнецов. Практикум. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 45 с.
3. Яворский, Б. М. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф – М. : Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1968. – 624 с.

## ДОРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕДВИЖНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОСТОВ

Ю.И. Чусовитина, Л.Ю. Соловьев  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[juliachuso@yandex.ru](mailto:juliachuso@yandex.ru)

*Исследование заключается в разработке диагностического оборудования для обнаружения дефектов металлических мостов на основе существующих прототипов зарубежных изобретений аналогичных роботов. Данный механизм необходим для минимизации влияния человеческого фактора на обследование мостовых конструкций с целью повышения качества проведения диагностических работ.*

*Ключевые слова: прототип, неодимовый магнит, 3D-печать, обследование мостов, металлические мосты, магнитные колеса.*

В настоящее время в строительной сфере наибольший интерес представляют сооружения, которые подвергаются динамическим нагрузкам от воздействия транспортных средств, например: металлические мосты. Наша страна насчитывает огромное количество построенных ортотропных и сталежелезобетонных пролетных строений, а также металлических ферм железнодорожных мостов. На протяжении всего срока службы мостовых сооружений в различных элементах возникают дефекты. Большинство существующих мостов построено по старым типовым проектам. Такие сооружения требуют тщательного обследования и своевременного устранения различных дефектов, развитие которых может привести к разрушению конструкции. Для инженеров строительной отрасли главным фактором является поддержание безопасности сооружений.

Диагностику состояния металлических мостов проводят вручную с помощью имеющегося оборудования, что понижает качество и скорость обследования и затрудняет выполнение различных операций в труднодоступных и опасных для человека местах.

Цель исследования – доработать конструкцию прототипа диагностического комплекса, способного передвигаться по металлической поверхности мостов с установленным оборудованием для дистанционного обследования.

В ходе проведения работы были использованы эмпирические и теоретические методы исследования в рамках сравнительного,

логического и статистического анализа особенностей различных изобретений, магнитных свойств, а также посредством применения навыков 3D-проектирования, использования 3D-печати и эксперимента.

В результате анализа существующих зарубежных изобретений диагностических комплексов в виде робот-систем сделан вывод о разнообразии таких конструкций, каждая из которых имеет свои недостатки. Использование в России иностранных технологий ограничивается их недоступностью в данный момент, поэтому вопрос о создании отечественной разработки для скорейшего применения в реальной диагностике из-за большой необходимости для обследовательских организаций остро стоит перед нами.

В качестве прототипа разрабатываемой конструкции взят японский робот в виде машинки (Рисунок 1, слева) [1]. Его особенность заключается в магнитных колесах, служащих источником магнитного поля, которое позволяет роботу притягиваться к металлической поверхности. В нашей конструкции за основу взят постоянный неодимовый магнит, так как он обладает лучшими магнитными свойствами. Также постоянный магнит всегда сохраняет свое магнитное поле, обеспечивая лучшую адгезию при отсутствии зазоров между металлом и магнитом, и не требует наличия электричества [2].

В качестве основного магнитного элемента выбран стержневой магнит в количестве 38 штук размером 6 x 12 мм [3].

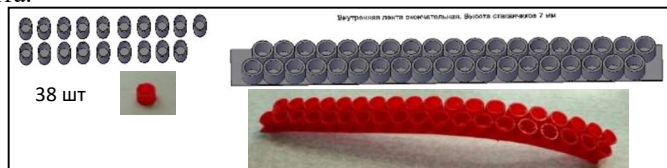
Передвижная платформа представляет собой Джип «Rock through» 28 x 16 x 15 см (Рисунок 1, справа). Вес конструкции вместе с аккумулятором составляет 0,6 кг. На такую платформу можно прикрепить необходимое диагностическое оборудование весом 300-500 грамм: видеокамеру, тепловизор, вихретоковый толщиномер или импульсные лампы для контроля расслоений в металле.



*Рисунок 1 – Прототип конструкции передвижной платформы*

Конструктивное решение разработки данного прототипа заключается в расположении магнитов по окружности колеса так, чтобы притяжение возникало в каждой точке касания с поверхностью. Для того, чтобы решить проблему крепления диаметрально расположенных магнитов между собой, были запроектированы лента специальной

конфигурации и диск, напечатанные на 3D-принтере (Рисунок 2,3). Для защиты магнитов с внешней стороны от повреждений при контакте с конструкцией отдельно напечатаны «шапочки», чтобы увеличить площадь соприкосновения магнитов с поверхностью за счёт обеспечения свободного минимального смещения верхней части магнита.



*Рисунок 2 – Внутренняя лента и «Шапочки»*

Склеены диск, лента и магниты, собрана машинка на четырёх магнитных колесах изображена (Рисунок 3).



*Рисунок 3 – Готовая конструкция машинки*

В результате проведённых испытаний было выявлено, что машинка держится на металлической поверхности под любым углом; передвигается по горизонтали без дополнительных усилий; но не способна захватить на конструкцию под 90 градусов и двигаться вертикально вверх по поверхности из-за недостаточной мощности двигателя. Исходя из выявленных недостатков конструкции, сделан вывод о необходимости усиления мощности машинки постановкой соответствующего редуктора с большим передаточным числом, чем есть на данный момент.

В отличие от предыдущего образца колеса, состоящего из постоянного кольцевого магнита и диска, также напечатанного на 3D-принтере, сила на отрыв, которую может выдержать колесо со стержневыми магнитами, значительно больше.

Таким образом, в ходе данного этапа исследования концептуально доработан и собран прототип передвижной платформы диагностического комплекса для обследования металлических мостов. Следующей задачей является решение вопроса о передвижении данного образца под углом 90 градусов и в вертикальной плоскости.

## Список литературы

1. Научная статья: Автоматизированная сенсорная система для обследования стальных мостов с использованием матрицы датчиков GMR и магнитных колес альпинистского робота. – Япония: кафедра технологий интеллектуального взаимодействия университета Цукубы, 2015. – 15 стр.
2. ОмГТУ [Электронный ресурс] // Образовательные материалы. URL: [https://www.omgtu.ru/general\\_information/faculties/radio\\_engineering\\_department/department\\_quot\\_radio\\_devices\\_and\\_diagnostic\\_systems\\_quot/educational-materials/Nondestructive\\_testing/Lecture\\_notes\\_2015.pdf](https://www.omgtu.ru/general_information/faculties/radio_engineering_department/department_quot_radio_devices_and_diagnostic_systems_quot/educational-materials/Nondestructive_testing/Lecture_notes_2015.pdf) (дата обращения 28.04.2022).
3. Постоянные магниты на основе редкоземельных элементов. Сетевая Академия Мебели. – URL: <http://www.c-a-m.narod.ru/techno/magnit.html> (дата обращения 28.04.2022).

## МАЛОБЮДЖЕТНЫЙ ВЫСОКОТОЧНЫЙ ИНКЛИНОМЕТР НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

В.Р. Янгальшев, М.А. Попков, А.В. Мареев  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
[valek-2000@inbox.ru](mailto:valek-2000@inbox.ru)

*Тезисы посвящены разработке малобюджетного высокоточного инклинометра. Его применение в сфере мониторинга и функциональные возможности. Результаты проведенных опытов.*

*Ключевые слова: малобюджетный инклинометр, точность, методика определения цены деления уровня*

Цель исследования – разработка высокоточного инклинометра, который станет доступным для широкого пользования в задачах геодинамического и геотехнического мониторинга.

На текущем этапе исследования требовалось решить следующие задачи:

- 1) разработать программное обеспечение для распознавания и трекинга пузыря цилиндрического спиртового уровня;
- 2) спроектировать конструкцию одноосевого инклинометра;
- 3) разработать алгоритм определения цены деления пузырькового уровня.

В рамках текущего этапа исследований также исследовалась точность определения (трекинга) отклонения пузырька с помощью web камеры. В процессе исследований был разработан метод перехода от градусов к пикселям. Метод основан на отношении цены деления уровня к расстоянию (в пикселях) между штрихами. В ходе написания программы в качестве среды разработки использовалась программное обеспечение Visual Studio и язык программирования Python.

В качестве инструментов для создания прибора выступили: пузырьковый уровень, веб камера – Logitech C525, алюминиевый пылевлагозащищенный корпус, светодиодная лента, персональный компьютер под операционной системой Windows 10.

В разработанной программе реализованы: переход от пикселей к миллиметрам, медианный и усредняющий фильтр, описание пузырька прямоугольником. Для определения угла отклонения уровня использовано свойство отношения длины в изображении к реальной длине между штрихами уровня. Для подавления возникновения лишних шумов применен медианный фильтр.

Точность проектируемого прибора зависит от радиуса кривизны уровня и разрешающей способности камеры. Для определения цены деления уровня использовался прототип инклинометра, экзаменатор и индикатор часового типа с ценой деления 0.01 мм. Для проведения экспериментов по определению цены деления использовалась тумба гравиметрического пункта СГУГиТ.

В процессе эксперимента возникали различные проблемы, такие как: увеличение/уменьшение пузырька при изменении температуры, автоматическая обрезка изображения для последующего выделения пузырька в уровне, автофокусировка камеры и др.

В дальнейших исследованиях предполагается изучить поведение прибора при изменении температуры окружающего воздуха. Прибор рассчитан на применение в геодинамическом и геотехническом мониторинге.

СОСТОЯНИЕ МЕРЗЛОТЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА И  
ПОСЛЕДСТВИЯ ЕЕ ДЕГРАДАЦИИ

Ю.В. Бойко, Л.Ю. Анопченко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
«СГУГиТ»

julliya.boyko@gmail.com

*В работе исследуется динамика изменения глубины сезонного оттаивания многолетней мерзлоты в двух пунктах наблюдения на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, а также ее зависимость от температуры атмосферного воздуха. Исследование проводилось на основе данных многолетних наблюдений за глубиной сезонного оттаивания мерзлого слоя, а также данных о среднегодовых температурах атмосферного воздуха за соответствующий период. В результате работы автором была выявлена зависимость глубины сезонного оттаивания от температуры атмосферного воздуха, а также были рассмотрены возможные последствия изменения глубины оттаивания мерзлоты как для человека, так и для окружающей природной среды.*

*Ключевые слова: многолетняя мерзлота, Арктика, последствия деградации мерзлоты, глубина сезонного оттаивания мерзлоты, Ямало-Ненецкий автономный округ, криолитозона.*

В последние десятилетия в Арктическом регионе все интенсивнее проявляются процессы, приводящие к таянию многолетней мерзлоты, что приводит к усилению парникового эффекта, деградации экосистем, т.е. необратимым изменениям окружающей среды.

Целью исследования является проведение анализа состояния многолетней мерзлоты на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, изучение последствий ее изменения.

Задачи исследования:

- провести исследование зависимости глубины сезонного оттаивания многолетней мерзлоты от температуры атмосферного воздуха в двух населенных пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа;
- рассмотреть возможные последствия деградации мерзлого слоя.



Для исследования были взяты данные о глубине сезонного оттаивания мерзлоты из базы данных по наблюдениям международной программы циркулярного мониторинга (Circumpolar Active Layer Monitoring Network (CALM)) за период с 1997 г. до 2020 г., а также данные о температуре атмосферного воздуха из массива данных Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период с 1997 г. до 2020 г. Изучение вышеперечисленных данных проводилось для двух пунктов наблюдения: г. Надым и с. Марресале, расположенных в Ямало-Ненецком автономном округе.

Для анализа были построены графики глубины сезонного оттаивания и среднегодовой температуры атмосферного воздуха по вышеупомянутым данным для двух исследуемых точек, а также линии тренда для установления направления этих изменений.

Из графиков среднегодовых температур воздуха было выяснено, что в г. Надым средняя температура с 1997 г. по 2020 г. повысилась на  $3,7^{\circ}\text{C}$ , в то же время в с. Марресале средняя температура также увеличилась на  $3,8^{\circ}\text{C}$  за аналогичный период времени.

Графики глубин сезонного оттаивания мерзлоты в исследуемых точках показали следующие результаты: в г. Надым за период 1997-2020 гг. произошло увеличение глубины сезонного оттаивания на 78 см, в то время как в с. Марресале за период 1997-2018 гг. глубина сезонного оттаивания мерзлоты увеличилась на 45 см.

Таким образом, выявлена зависимость глубины сезонного оттаивания от температуры атмосферного воздуха. Известно, что глубина сезонного оттаивания зависит и от ряда других факторов, например, материала мерзлого слоя, толщины и времени нахождения снежного покрова на почве и др.

Проанализируем последствия деградации многолетней мерзлоты:

1. Воздействие на инфраструктуру. Мерзлота выполняет функцию основы для фундаментов сооружений и инфраструктуры в целом. Изменения теплового и влажностного режима мерзлого слоя провоцируют изменения в самой мерзлоте, следовательно, в таком случае она не всегда может продолжать выполнять свою функцию [1].

Исходя из анализа карты опасных зон для инфраструктуры в районах криолитозоны Северного полушария, установлено, что Ямало-Ненецкий автономный округ находится в зоне высокой опасности из-за нестабильности грунтов. Также учеными были проведены анализы распространения мерзлоты статистическими методами, и было выяснено, что до конца столетия верхние 15 м мерзлого слоя на 40 % территории распространения многолетней мерзлоты могут оттаять.

Если данный прогноз реализуется, то под угрозой окажется 70% инфраструктуры, расположенной в зоне многолетней мерзлоты. Также это может повлиять на общую экономическую деятельность, так как 45 % нефтегазодобычи в российском арктическом регионе находится в зоне повышенной опасности в связи с нестабильностью грунтов [2].

2. Возможное усиление парникового эффекта при таянии за счет увеличения эмиссии парниковых газов. В мерзлоте содержится большое количество метана, который является самым опасным парниковым газом из существующих. В результате его высвобождения в процессе таяния мерзлоты парниковый эффект в атмосфере усиливается, что ускоряет изменение климата в несколько раз.

3. Последствия, влияющие на экосистемы: просадки грунта; формирование оврагов, термокарстовых озер; загрязнение почв и вод углеводородами в местах аварий на нефтегазовых трубопроводах; заболачивание территорий; смещение границы мерзлоты на север, что влечет за собой также смещение природных зон [3].

Таким образом, в ходе исследования был проведен анализ состояния многолетней мерзлоты на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, а также последствий ее изменения. Проанализировав линии тренда на графиках среднегодовой температуры атмосферного воздуха и глубины сезонного оттаивания в исследуемых точках, можно предположить, что в будущем средняя температура воздуха будет повышаться, и глубина сезонного оттаивания будет также увеличиваться, что может повлечь за собой описанные выше последствия. Также, сравнивая графики глубин оттаивания в обоих точках исследования, можно заметить, что в г. Надым, который занимает более южное местоположение, происходит более интенсивная деградация мерзлого слоя, скорость которой превышает скорость увеличения глубины сезонного оттаивания в с. Маррессале практически в 2 раза. Это также подтверждает, что границы мерзлоты постепенно смещаются в направлении севера.

### **Список литературы**

1. Hjort, J., Streletskiy, D., Doré, G. *et al.* Impacts of permafrost degradation on infrastructure. *Nat Rev Earth Environ* 3, 24–38, 2022.
2. Hjort, J., Karjalainen, O., Aalto, J. *et al.* Degrading permafrost puts Arctic infrastructure at risk by mid-century. *Nat Commun* 9, 5147, 2018.
3. Основные природные и социально-экономические последствия изменения климата в районах распространения многолетнемерзлых пород: прогноз на основе синтеза наблюдений и моделирования. Оценочный отчет / Под ред. О.А. Анисимова. М.: Greenpeace, 2010.

## ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИИ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

К.Б. Борисова, С.А. Ребитва, Е.Н. Матюшенко  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), s.rebitva@edu.sibstrin.ru

*В работе описывается последовательность технического перевооружения и реконструкции канализационных очистных сооружений (КОС) малой производительности, состоящей из четырех этапов. Первым этапом является реконструкция узла биологической очистки с разделением аэротенка на отдельные секции, а также устройство распределительного лотка и демонтаж тонкослойных модулей в вторичных отстойниках. Вторым этапом – строительство резервуара-усреднителя, колодцев с решетками, предназначенных для задержания мусора и минерального осадка, присутствующего в сточной жидкости. На третьем этапе предполагается монтаж узла доочистки с использованием напорных фильтров. Завершающий этап работ по модернизации очистных сооружений – ревизия и запуск сооружений по обработке и обезвоживанию осадков сточных вод.*

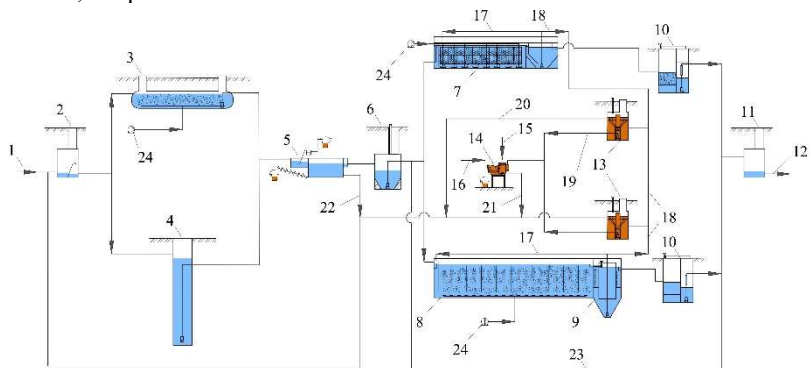
*Ключевые слова: очистные сооружения канализации, реконструкция, компактная установка, биологическая очистка, эксплуатация сооружений, реконструкция очистных сооружений.*

Развитие крупных городов сопровождается бурным ростом коттеджных поселков, вблизи которых отсутствуют централизованные системы водоотведения, что требует строительства компактных установок очистки сточных вод, которые, к сожалению, не всегда позволяют добиться требуемой степени очистки, приводя не только к ухудшению экологической ситуации, но и снижению качества жизни населения поселков.

Канализационные очистные сооружения (КОС), описываемые в данной статье, запроектированы на полную биологическую очистку сточной жидкости с доочисткой и состоят из двух очередей строительства, проектной производительностью 500 м<sup>3</sup>/сут (фактически поступает 160–290 м<sup>3</sup>/сут), со сбросом очищенных сточных вод в водоем рыбохозяйственного назначения II категории. Однако они имеют устаревшую технологию, способную снижать в сточной жидкости только два показателя: взвешенные вещества и БПК<sub>полн</sub>.

КОС рассчитаны на полную биологическую очистку, которая осуществляется в аэротенках-вытеснителях с устройством носителей

прикрепленных микроорганизмов, с последующей доочисткой на биофильтрах и УФ-обеззараживанием биологически очищенной сточной жидкости. КОС (Рисунок 1) разделены на две очереди строительства: первая очередь построена и введена в эксплуатацию в 2015 г., вторая – в 2019 г.



*Рисунок 1 – Технологическая схема локальных КОС коттеджного поселка:  
 1 – поступающий от коттеджного поселка сток; 2 – колодезь-песколовка с решеткой; 3 – горизонтальный усреднитель; 4 – вертикальный усреднитель;  
 5 – комбинированная решетка-песколовка; 6 – насосная станция; 7 – флотенк с ББЗ; 8 – односекционный трехкоридорный аэротенк-вытеснитель с ершовой загрузкой; 9 – вторичный вертикальный отстойник с тонкослойными модулями; 10 – биофильтр для доочистки совмещенный с УФ лампами;  
 11 – выпускной колодезь с расходомером; 12 – выпуск сточных вод;  
 13 – вертикальный илоуплотнитель; 14 – шнековый дегидратор;  
 15 – реагент; 16 – подача технической (доочищенной) воды на промывку;  
 17 – циркулирующий активный ил; 18 – избыточный активный ил;  
 19 – уплотненный активный ил; 20 – иловая вода; 21 – фильтрат;  
 22 – дренажная вода; 23 – аварийный выпуск; 24 – воздухоподушка*

В состав сооружений первой очереди входят: резервуар-усреднитель горизонтального типа, комбинированная решетка-песколовка (баранная решетка и пескоотделитель со шнеком), насосная станция, блок биологической очистки FloTenk-Air-S-125 (совмещенный аэротенк и вторичный отстойник) с блоками биологической загрузки (ББЗ), биофильтр FloTenk-BF, совмещенный с УФ-лампами, гравитационный уплотнитель активного ила, дегидратор для обезвоживания активного ила. На второй очереди произведена замена горизонтального усреднителя на вертикальный, а флотенки заменены на выполненные в железобетонном исполнении односекционный трехкоридорный аэротенк с ершовыми элементами, после которого

иловая смесь направляется в вертикальные вторичные отстойники с тонкослойными модулями.

В связи с большим количеством проектных недоработок, описанным подробно в [1, 2], а также постепенным увеличением мощности очистных сооружений, принято решение произвести их поэтапную реконструкцию. Подобные проблемы, недоработки, а также негативный опыт эксплуатации схожих по мощности и технологии КОС представлен в [3–5].

Первостепенной задачей реконструкции является налаживание работы узла биологической очистки второй очереди. Результатом данной реконструкции, произведенной в январе–феврале 2022 г., было разделение односекционного трехкоридорного железобетонного аэротенка на три секции с устройством несущей перегородки, легко демонтируемой при увеличении требуемого объема под зону аэрации. Из-за неправильной подачи иловой смеси во вторичный отстойник и скоплению в центральной части сооружения вспухшего активного ила смонтирован распределительный лоток и демонтированы тонкослойные модули.

Следующим этапом реконструкции является устройство резервуара-усреднителя требуемого объема и колодцев-песколовок с решетками. Согласно п. 9.2.3 [6] объем усреднителя следует определять по графику часового притока с добавлением неснижаемой при нормальной эксплуатации части, равной 25 % требуемой расчетной величины. Так как для таких малых расходов стоков нет типовых графиков притока сточных, в начале мая 2022 г. будет произведен замер расходомерами в течение нескольких дней.

Перед подачей стоков в усреднитель, сточная вода проходит через колодцы разной глубины с отстойной зоной. Внутри колодцев предусмотрены решетки для задержания крупного мусора. Величина прозоров решеток будет уменьшаться по мере продвижения сточной жидкости от колодца к колодцу. Затем сточная жидкость поступает в резервуар-усреднитель, из которого сток подается насосом на стадию биологической очистки в нужном количестве.

Третьим этапом планируется устройство узла доочистки посредством напорных фильтров. На территории коттеджного поселка присутствует станция обезжелезивания, которая на текущий момент не эксплуатируется. Данная станция состоит из таких сооружений, как аэрационные колонны, группа фильтров с каталитической загрузкой *Birm* для обезжелезивания и деманганации, а также для уменьшения жесткости воды предусмотрены фильтры с катионитом, затем идут лампы ультрафиолетового обеззараживания и хлораторная установка.

Часть данных сооружений может в дальнейшем использоваться для будущей реконструкции очистных сооружений канализации.

Последним этапом, в рамках перевооружения очистных сооружений, предусмотрена ревизия и запуск уплотнителей активного ила и дегидратора для обезвоживания осадка.

Вывод: проведение вышеуказанных мероприятий позволит повысить надежность работы КОС и осуществлять очистку сточных вод до нормативных показателей по взвешенным веществам и БПК перед сбросом в водоем рыбохозяйственного назначения II категории.

### **Список литературы**

1. Матюшенко Е.Н., Борисова К.Б., Ребитва С.А. Очистка сточных вод коттеджного поселка: проектные и эксплуатационные ошибки / Современные проблемы водоснабжения и водоотведения. Сборник материалов межвузовской научно-практической конференции. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. С. 86–91.
2. Ребитва С.А., Борисова К.Б. Очистка сточных вод в компактной установке / Экология России и сопредельных территорий (МЭСК-2021). Материалы XXIV Международной экологической студенческой конференции. 2022. С. 11.
3. Амбросова Г.Т., Тихонова Д.В., Яковлева Е.И. Технологические схемы для очистки сточной жидкости в городе Болотное // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, 2019. № 7(139). С. 62–66.
4. Аганичева Е.К. Реконструкция очистных сооружений канализации поселка Маслянино. Экология России и сопредельных территорий. Материалы XXII Международной экологической студенческой конференции. 2017. С. 132.
5. Амбросова Г.Т., Тихонова Д.В., Яковлева Е.И. Направления совершенствования компактных установок для очистки бытовых сточных вод // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2019. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Под редакцией Л.И. Лукиной, Н.В. Ляминой. 2019. С. 141–146.
6. СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения: актуализированная ред. СНиП 2.04.03.85. – Изм. 1, 2 : введ. 2019-06-26. – Текст: электронный // Техэксперт. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

## МОДЕРНИЗАЦИЯ РАБОТЫ КОМПАКТНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Д.В. Глазков, А.С. Выриков

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
[gdv@myttk.ru](mailto:gdv@myttk.ru)

*В работе выполнен анализ конструктивного оформления и принципов работы наиболее распространённых компактных установок для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод. Выявлены основные проблемные места, не позволяющие проводить очистку сточных до требуемых нормативов. На основании проведенных исследований разработаны мероприятия по модернизации одной из модели блочно-модульной установки для очистки сточных вод.*

*Ключевые слова: хозяйственно-бытовые сточные воды, блочно-модульные установки, очистка сточных вод, удаление соединений азота,*

В последние годы строительство канализационных очистных сооружений средней и большой производительности практически не ведется. Все большую популярность набирают малые установки заводского изготовления, в которых используется принцип биологической очистки сточных вод. Перечень таких установок в России превышает сотню наименований. Практически все они изготавливаются в заводских условиях в виде отдельных модулей или контейнеров и, потом собирается на месте.

Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод на многих локальных установках проводится в проточном режиме с использованием сооружений механической очистки (часто без первичных отстойников), аэротенков-отстойников, узлов доочистки и обеззараживания сточных вод.

Изучение целого ряда компактных установок как отечественного, так и зарубежного производства, выпускаемых с 1970 по настоящее время, позволило сделать вывод, что установки, выпускаемые до 2000 года, (типа КУ, БИО; «Диапак»; «Вальмет») могли проводить очистку только по двум показателям: по БПК и взвешенным веществам [1]. Отечественные компактные установки типа «Юбас» и «Топаз» позволяют проводить очистку уже по трем показателям: БПК, взвешенные вещества и соединения азота [2, 3]. Однако, современные требования, предъявляемые к сбросу очищенных сточных вод в водоемы, обязывают снижать до требуемых нормативов четыре

показателя (БПК, взвешенные вещества, соединения азота и фосфора). На сегодняшний день компактные установки, обеспечивающие такое качество очистки сточных вод, еще не разработаны [4].

В качестве объекта для модернизации приняты блочно-модульные сооружения, предназначенные для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод поселка на Красноярской железной дороге производительностью 350 м<sup>3</sup>/сут. Принцип работы установки согласно паспортным данным следующий: поступающие на очистку сточные воды, содержащие механические и органические загрязнения, подвергаются механической очистке от грубых механических примесей на решетках, и от песка в песколовках. Прошедшая механическую очистку вода поступает в усреднители. Вода из усреднителей совместно с возвратным активным илом и иловой смесью из биореактора подается в денитрификатор. Из денитрификатора сточная вода поступает в биореакторы первой и второй ступени, последовательно расположенные друг за другом. В них происходит очистка от органических примесей и нитрификация аммонийного азота. Иловая смесь из биореакторов самотеком, поступает во вторичные седиментаторы, где происходит отделение активного ила от сточной жидкости под действием гравитационных сил. Для глубокой очистки сточных вод от фосфора применяется реагентная обработка. В качестве реагентов используется водный раствор оксихлорида алюминия. Биологически очищенная сточная вода из вторичных седиментаторов самотеком поступает в блок доочистки на самопромывных дисковых фильтрах. Для уничтожения патогенных микроорганизмов в сточных водах и предотвращение их попадания в водоем, предусматривается применение установок ультрафиолетового обеззараживания. Установка должна обеспечивать очистку хозяйственно-бытовых сточных вод до нормативов, предъявляемым к рыбохозяйственным водоемам I категории.

Для оценки соответствия работы установки заявленным показателям качества очищенных стоков на первом этапе выполнен проверочный расчет каждого блока. Расчет блока механической очистки проводился по рекомендациям [5], расчет блока биологической очистки по [6].

Проверочные расчеты показали, что принятые в блочно-модульных сооружениях размеры песколовков не позволяют задерживать рекомендуемые [5] размеры частиц песка 0,15 мм, а объемы нитрификатора и денитрификатора не обеспечивают качественное протекание процессов нитри- и денитрификации, которое определяется требуемым возрастом активного ила и его дозой в биореакторах.



На втором этапе, на основании проведенных расчетов, разработаны мероприятия по модернизации блочно-модульных сооружений. Было предложено вынести в отдельное помещение узел механической очистки, который обеспечивает задержание крупного мусора и частиц песка диаметром 0,15 мм и менее. Объем блока биологической очистки рекомендуется увеличить путем установки дополнительного количества денитрификаторов и биореакторов для обеспечения процессов биохимической нитрификации и денитрификации. Для более быстрого осаждения ила и возврата его в денитрификатор, рекомендовано заменить вторичные вертикальные отстойники с нисходяще-восходящим потоком на тонкослойные.

### Список литературы

1. Справочник проектировщика. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. – М.: Стройиздат, 1981 – 638 с.
2. Автономная канализация Топас. // Топол-Эко [сайт]. – URL: <https://www.topol-eco.ru/production/> (дата обращения 18.04.2022).
3. Системы очистки воды «Юбас». // Юбас [сайт]. – URL: <https://www.ubas.ru/> (дата обращения 18.04.2022).
4. Темченко В.В. Анализ работы компактных сооружений для очистки сточных вод // Дни науки 2019. Тезисы докладов университетской конференции СГУПС. Часть 1. Технические науки. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019. – С. 99-100.
5. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. // Техэксперт [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/554820821> (дата обращения 18.04.2022).
6. Очистка сточных вод: пер. с нем. — СПб.: Новый журнал, 2013. — 496 с.

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС В ВОДОСНАБЖЕНИИ

С.А. Капустина

Сибирский государственный университет путей сообщения

[sonyakap1405@yandex.ru](mailto:sonyakap1405@yandex.ru) | [k.l.kunc@yandex.ru](mailto:k.l.kunc@yandex.ru)

*Современные города в своем развитии не стоят на месте, и вместе с ними будет развиваться водохозяйственная система как главная составляющая жизнеобеспечения. Разумеется, что водопроводное*

*хозяйство в будущем станет обновляться, но удовлетворение первейшей потребности человека, обеспечение его водой — останется неизблемым и едва ли когда-нибудь изменится. На этих краеугольных принципах можно достичь наиболее экономичных показателей развития водохозяйственной системы, отвечающей всем требованиям сохранения здоровья людей, предотвратить риск инфекционных заболеваний на основе водного фактора.*

*Ключевые слова: город, будущее, развитие, источник, обеспечение, проблемы, водохозяйственная система, водоснабжение, водопользование.*

Первоочередное значение для будущего имеет полное обеспечение потребности населения водой наряду с рациональным водопользованием, снижение потерь, строгая экономия и, в конечном итоге, доведение расхода воды до общепринятого уровня потребления [4]. После этапа интенсивного наращивания мощности водопровода настало время пройти этап более полного использования внутренних резервов действующей системы, модернизируя ее, оптимизируя режим подачи и экономно расходую воду.

Действующие трубопроводы не имеют внутренней облицовки, поэтому с увеличением пути транспортировки они могут давать вторичное загрязнение. Следовательно, нужно решать задачу санации весьма разветвленной водопроводной сети, ее обновления [3] Работы эти нужно осуществлять поэтапно и планомерно, не останавливая при этом функционирование водопровода.

Санитарно-гигиеническая уязвимость централизованного водоснабжения в значительной степени способствует развитию рынка бутилированной воды и бытовых фильтров. Они могут рассматриваться только как дополнение к уже существующей системе водоснабжения и никогда не приобретут здесь решающего значения. Централизованное водоснабжение по-прежнему будет играть главную, решающую роль. Вполне разумным видится и создание отдельных «запасных» вариантов, рассчитанных, на крайне неблагоприятное развитие аварийных ситуаций [2].

Образованное в 1957 г. водохранилище Новосибирской ГЭС стало сейчас неотъемлемой частью местного ландшафта. К сожалению, создание водохранилища породило и ряд проблем, которые сейчас, по прошествии времени, стали совершенно очевидны. Во-первых, резко уменьшается проточность воды, сокращается водообмен, появляются застойные зоны. Еще одна проблема, которая также требует незамедлительного решения, это очистка поверхностных стоков. При

возрастающем количестве транспорта, при общей замусоренности и загрязненности нашего города поверхностные стоки представляют не меньшую опасность, чем стоки канализационные. Если же продолжать перечень неблагоприятных факторов, отрицательно влияющих на состояние воды, то нельзя обойти вниманием состояние сточных вод промышленных предприятий.

Даже из этого короткого перечня первоочередных и неотложных проблем вырисовывается главная и глобальная задача — создание современной базы геоинформационных систем по тем нормативам и критериям, которые сейчас выработаны. Должна быть создана техническая модель управления всем водохозяйственным комплексом, которая позволит прорабатывать, предусматривать и, соответственно, предотвращать всевозможные варианты неблагоприятного развития событий во всей водохозяйственной системе. Эта же модель даст возможность «проигрывать» заранее аварийные ситуации. И на самом деле, для решения такой задачи в Новосибирске уже существует прочный фундамент.

Преобладает психология потребителей, сложившаяся в прошлые годы: дайте воды в неограниченном количестве, бесперебойно и по низкой цене. Чтобы переломить эту психологию, должна быть использована любая реальная возможность, позволяющая вырабатывать, доводить до населения и, самое главное, внедрять в обыденную жизнь каждого горожанина идеологию разумного и рационального водопользования.

Говоря о будущем, нельзя забывать и о том, что город имеет один единственный источник водоснабжения — река Обь. Заглядывая вперед и проигрывая всевозможные ситуации, необходимо уже сейчас тщательно изучать вопрос по привлечению других поверхностных или подземных источников для более устойчивого и надежного водоснабжения [1]. Такое решение может облегчить водопользование, то есть обеспечить подземными источниками половину всего объема воды.

Не до конца в прошлом веке оказалась решенной и проблема полной экологической безопасности в технологии использования воды. Для предотвращения экологического ущерба потребуются создание в рамках водохозяйственной системы города специальных цехов и предприятий для переработки промывных вод на станциях очистки природной воды, а также по переработке осадков и шламов сточных вод.

Состояние водоснабжения и водоотведения является отражением социального уровня развития города, его санитарно-эпидемиологического благополучия и культуры проживания населения.

Успехи в этом направлении могут быть достигнуты не только благодаря действиям органов власти, но и действиями самих жителей, их осознанной бережливостью по отношению к воде.

### **Список литературы**

1. Образовский А.С., Ереснов Н.В., Ереснов В.Н. Водозаборные сооружения для водоснабжения из поверхностных источников. — М.: Стройиздат, 1976. — 268 с.
2. Гусейнова, М. Б. Минимизация негативного воздействия деятельности промышленных предприятий на водные объекты / Отв. ред. Ю. А. Тихомиров, С. А. Боголюбов. - М.: ИЗИСП: ИНФРА-М, 2014. - с. 222 - 226.
3. Шабалин А. Ф.оборотное водоснабжение промышленных предприятий - М.: Стройиздат, 1972. — 296 с.: ил.
4. И. С. Зайцева, Н. А. Зайцева. История развития водоснабжения и водоотведения. - Кемерово, 2011. – 91 с.

## **ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ПРЕКУРСОРА НА АКТИВНОСТЬ НИКЕЛЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ В КАТАЛИТИЧЕСКОМ СИНТЕЗЕ МЕНТОЛА ИЗ ЦИТРАЛЯ**

Д.А. Корешкова, И.Л. Симакова  
Новосибирский государственный технический университет,  
24.koreshkova.diana.02@mail.ru  
Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН  
simakova@catalysis.ru

*Каскадный синтез ментола из цитраля проводили в присутствии гетерогенных катализаторов. В качестве носителя был выбран цеолит (H-Beta-38), обладающий кислотной функцией. В ходе работы было исследовано влияния хлорида, сульфата, нитрата и ацетата никеля в качестве прекурсора на активность катализатора в реакции гидрирования цитраля в ментол. Найдено, что нитрат никеля обеспечивает формирование наиболее активных каталитических центров, что позволяет получать ментол с выходом 74%.*

*Ключевые слова: цитраль, ментол, бифункциональные катализаторы, прекурсор, каскадный синтез, «one-pot» синтез*

Ментол – ценное органическое соединение, моноциклический терпен. Одними из основных сфер использования ментола являются медицина, фармацевтическая, косметическая и пищевая промышленности. Данный продукт может быть получен разными способами, но наибольший интерес представляет «one-pot» синтез ментола из цитраля. Данный синтез является сложной задачей, так как включается в себя три стадии превращения - гидрирование цитраля до цитронеллала, циклизация цитронеллала до изопулегола и его последующее гидрирование в ментол.

Согласно литературным данным одной из наиболее перспективных каталитических систем для каскадного синтеза ментола из цитраля является никель, нанесенный на цеолит, обладающий бифункциональностью. Никелевые катализаторы характеризуются достаточно высокой селективностью образования ментола (~74%) и низкой стоимостью по сравнению с благородными металлами (например, Pd, Ir, Rh, Pt, Ru) [1-3].

В данной работе каскадный синтез ментола из цитраля осуществляли в присутствии 11% Ni катализатора на основе цеолита H-Beta-38 (соотношение  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 = 38$ ), модифицированного бентонитом (минеральная глина). В качестве прекурсора никеля были выбраны хлорид никеля, нитрат никеля, сульфат никеля и ацетат никеля. Было рассмотрено их влияние на активность катализатора в реакции гидрирования цитраля в относительно мягких условиях при давлении 10 атм и температуре 70 °С (Рисунок 2, Рисунок 3).

Количественный анализ продуктов проводили методом ГЖХ анализа. Идентификацию продуктов осуществляли методом ГХ-МС (методом газовой хроматографии-масс-спектрологии). Наиболее активные образцы катализатора были исследованы физико-химическими методами (ТЕМ, РФА, физадсорбция азота).

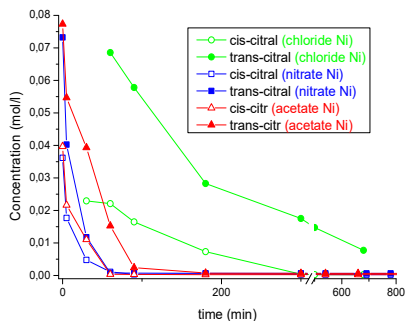


Рисунок 2 - Кинетические кривые превращения цис- и транс-изомеров цитрала

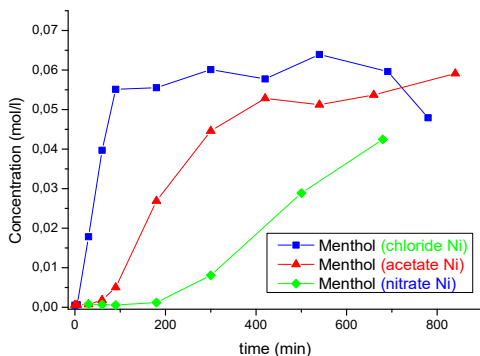


Рисунок 3 - Кинетические кривые превращения ментола

Установлено, что катализатор на основе нитрата никеля в качестве предшественника металла проявляет наиболее высокую активность, чем ацетат или хлорид никеля, в то время как полученный из сульфата никеля быстро дезактивируется. Быстрая дезактивация может быть связано с образованием серосодержащих соединений, блокирующих активные центры. В присутствии катализатора на основе нитрата никеля селективное гидрирование цитрала до цитронеллала с последующей циклизацией до изопулегола и гидрированием в ментол осуществляется примерно за 1 час (Рисунок 2). Следует отметить, что начало образования ментола в присутствии катализатора на основе хлорида никеля наблюдается через 3 ч, тогда как на катализаторе на основе нитрата никеля образование ментола наблюдается уже через 30 мин (Рисунок 3). Было установлено, что снижение выхода ментола связано с его дальнейшими побочными процессами дегидратация до ментенов с последующим гидрированием до ментана и дегидрированием до лимонена.

### Список литературы

1. Trasarti A.F., Marchi A.J., Apesteguía C.R.// J. Catal. 2007. V. 247. P. 155-165.
2. Cortes C.B., Galvan V.T., Pedro S.S., Garcia T.V.// Catal. Today. 2011. V. 172. P. 21-26
3. Deliy I.V., Danilova I.G., Simakova I.L., Zaccheria F., Ravasio N., Psaro R.// Chem. Ind.(Boca Raton, Florida. 2009. V. 123. P. 87.

## ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА ПРИРОДНЫХ ВОД

А.С. Панов, А.А. Грубин, В.Б. Ларионов, А.В. Осипова  
ГАПОУ НСО «НАСК», [anna\\_osipova\\_74@mail.ru](mailto:anna_osipova_74@mail.ru)

*В работе проанализировано соответствие качества подземных вод НСО требованиям стандартов на питьевую воду. Рассмотрена возможность применения электроимпульсной технологии обработки природных подземных вод. Данная технология отличается высоким качеством водоподготовки, универсальностью, низкими энергозатратами и может найти широкое применение в современных системах водоснабжения малых населенных пунктов.*

*Ключевые слова: электроимпульсная технология, качество воды, подземные воды, эффективность, экологическая чистота.*

Около 1 млн. жителей Новосибирской области используют подземные воды в качестве основного источника водоснабжения. Данные исследований говорят о том, что подземные воды региона отличаются высокой степенью минерализации, повышенной жесткостью и концентрацией ионов натрия, железа, марганца, бора, а также щелочностью и дефицитом ионов фтора.

Вода из подземных источников не отвечает требованиям СанПиНа, как правило, по содержанию железа и марганца, что связано с природными особенностями области

Организму человека необходимо железо, и суточная норма варьируется в интервале 15-22 мг. Длительное употребление перенасыщенной железом жидкости приводит к негативным для здоровья последствиям: гемохроматозу, почечной недостаточности, заболеваниям ЖКТ, патологии сердца, кожным аллергическим реакциям; оказывает негативное влияние на нервную систему, повышает риск развития онкологических заболеваний.

Очистка воды, как правило, проходит в две стадии:

- активация окислительно-восстановительных реакций для перевода примесей в газообразные или твердые нерастворимые формы, а также ускорение коагуляционных процессов;
- фильтрация.

Одной из перспективных технологий, позволяющих решать достаточно широкий круг задач, связанных с очисткой и обеззараживанием вод различной этиологии, является электроимпульсная технология.

Технологический процесс является экологически чистым и включает аэрацию, электроимпульсную обработку воды и фильтрацию,

Электроимпульсная обработка воды основана на совместном действии природных окислителей (озон, радикалы ОН, атомарный кислород, перекись водорода и т.д.) и ультрафиолетового (УФ) излучения, генерируемых в водо-воздушном потоке обрабатываемой воды, а также на процессах электроимпульсной коагуляции и кавитации.

УФ и природные окислители производятся непосредственно в потоке обрабатываемой воды, там, где и потребляются. Эффективность производства и использования озона в такой системе во много раз выше, чем в существующих системах озонирования

В результате электроискровой эрозии образуются мелкодисперсные металлические частички, которые, реагируя с водой, превращаются в гидроксид, являющийся отличным коагулянтom.

Эффективность метода при очистке воды характеризуется снижением загрязнений по ионам тяжелых металлов на 95-99%, по нефтепродуктам на 98-99%, по радиоактивным веществам на 74-85%, по микробиологическим загрязнениям на 97-99%.

Достоинствами данной технологии можно считать:

- универсальность, позволяющая производить очистку воды различных категорий от любых загрязнений и их композиций;
- отсутствие химических реагентов, в воду не вносятся дополнительные вещества;
- малостадийность процесса, компактность оборудования;
- экологическая чистота, возможность использования в больших объемах жидкости;
- возможность применения с водой повышенной мутности и для всех видов микроорганизмов, включая вирусы.
- безреагентную дезинфекцию воды; уничтожение всех видов микроорганизмов; обработку воды независимо от количества взвешенных в ней твердых частиц и примесей;
- вода, обработанная ЭИТ, приобретает бактерицидные свойства, которые сохраняются до 4 месяцев;
- низкая энергоемкость процесса – 70-120 Вт\*ч/м<sup>3</sup> обрабатываемой воды.

Такие установки (стационарные и передвижные) могут использоваться:

- в небольших населенных пунктах, обеспечивая население качественной питьевой водой;
- при возникновении чрезвычайных ситуаций.



## Список литературы

1. Бойко Н.И., Одарюк В.А., Сафонов А.В. Исследование возможности применения разрядно-импульсного метода в технологиях очистки поверхностных и промышленных стоков// Технологии гражданской безопасности, 2015.
2. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Новосибирской области в 2020 году <http://54.rospotrebnadzor.ru/content>
3. Результаты мониторинга питьевой воды в Новосибирской области <http://xn--c1adpoeect8c.xn--p1ai/?p=6289>

## ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

Ефремова А.А., Рогулина А.И., Грухин Ю.А.  
Сибирский университет потребительской кооперации (СибУПК),  
[anfremova@yandex.ru](mailto:anfremova@yandex.ru)

*В данной статье авторы рассуждают о причинах загрязнения питьевых вод фармацевтическими препаратами и анализируют современные методы очистки воды от активных веществ лекарственных субстанций.*

*Ключевые слова: питьевая вода, методы очистки воды, загрязнение, фармацевтические препараты, исследование.*

Загрязнение вод ядохимикатами и лекарственными препаратами является одной из самых наболевших проблем в современном мире. Каждый год фармацевтические фабрики производят тысячи тонн антибиотиков, противовирусных препаратов и других лекарств, которые используют пациенты [1].

Долгое время учёные были уверены, что после утилизации эти средства утрачивают свои активные вещества, однако, это не так. Токсины попадают в сточные воды, затем в реки и озёра, а оттуда – в источники питьевой воды. Мировое учёное сообщество обеспокоено опасной концентрацией лекарств в природе. В 2021 году в Израиле было проведено исследование путём одиночного тестирования группы из 41 человека и выяснилось, что противоэпилептический лекарственный препарат фенитоин совершает круговорот в природе. Это лекарство выводится с мочой у принимающих его людей, а далее попадает в

окружающую среду и накапливается в растениях. Растения употребляют в пищу, после чего у людей даже, фенитоин не принимавших, оно снова обнаруживается в моче оказывая негативное влияние на здоровье.

Сотрудники Института водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской Академии Наук провели исследование водоемов Новосибирска и Новосибирской области на фармакологическое загрязнение. В воде обнаружены 23 действующих вещества лекарственных препаратов, 9 вспомогательных веществ лекарственных форм, 5 веществ, входящих в витаминные комплексы и биологически активные добавки[3].

Далеко не все системы очистки, даже самые новые, могут справиться с лекарственными соединениями в воде. Самое неприятное – реакция, в которую они вступают при взаимодействии с хлором. Зачастую происходит не обеззараживание жидкости, как предполагается, а усиление токсичности антибиотиков.

Усовершенствованные технологии очистки воды, такие как мембранная фильтрация и окисление, эффективно выводят из сточных вод вещества, которые плохо выводятся или не выводятся совсем традиционными биологическими процессами очистки воды. К таким веществам относятся лекарства от депрессии и эпилепсии, а также обезболивающие мази и гели для наружного применения.

Таким образом, в связи со всем вышеперечисленным предлагаем следующие меры очистки питьевой воды:

1. Министерству природных ресурсов и экологии необходимо разработать программу, в которой предусмотреть предоставление грантов организациям, победившим в конкурсе по разработке и производству средств и способов очистки воды от загрязнения активными веществами.

2. Дополнить статью 381 НК РФ пунктом 4.1 в котором предусмотреть льготы для организаций которые разрабатывают и производят средства. Препараты, фильтры, очищающие загрязненную активными веществами, в том числе и лекарствами.

3. Несмотря на то, что современные бытовые фильтры не очищают воду от лекарственных препаратов, но в отличии от Израиля, концентрация таких веществ в водных источниках на порядок ниже. Поэтому используйте современные фильтры с активированным углем или фильтры на основе обратного осмоса - оба варианта есть в свободной продаже и доступе.

## Список литературы

1. <https://www.kp.ru/daily/27257/4389353/> Дата обращения: 24.04.2022 г.
2. Кофман В.Я. Лекарственные препараты в сточных, природных и питьевых водах. Журнал «Снабжение и санитарная техника» № 12 2014 г. Дата обращения: 23.04.2022 г
3. <http://www.zonafish.ru/forum/viewtopic.php?p=53303> Дата обращения: 23.04.2022 г
4. [http://www.lut.fi/web/ru/news/-/asset\\_publisher/gF1s1I2qMNDP/content/](http://www.lut.fi/web/ru/news/-/asset_publisher/gF1s1I2qMNDP/content/) Дата обращения: 23.04.2022 г
5. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Хайфский\\_океанографический\\_институт](https://ru.wikipedia.org/wiki/Хайфский_океанографический_институт) Дата обращения: 24.04.2022 г.
6. <https://www.kp.ru/daily/27257/4389353/> Дата обращения: 23.04.2022 г.
7. <http://textovod.com/unique/link?url=https%3A%2F%2Flaboratoria.by%2Fstat%2Flekarstva-v-vode&key=3a473a366fd6249f6f75c528195c30c7> Дата обращения: 24.04.2022 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОКАНАЛА

М.С.Степанова

Сибирский государственный университет путей сообщения

[rita.stepanova@mail.ru](mailto:rita.stepanova@mail.ru)

*В работе рассматривается МУП г. Новосибирска «Горводоканал» как современный, высокооснащенный, стабильно работающий технологический комплекс с коллективом профессионалов, готовый решать стоящие перед ним задачи в жизнеобеспечении города. Достижения МУП г. Новосибирска «Горводоканал» как ведущего предприятия жилищно-коммунального комплекса страны признаны на общероссийском уровне и отмечены высокими наградами.  
Ключевые слова: водоканал, водоснабжение, водоотведение, предприятие, комплекс.*

Предприятия, обслуживающие водопроводно-канализационное хозяйство в городах, по праву считаются стратегически важными и незаменимыми. Именно от их слаженной работы зависит способность города жить размеренной жизнью и развиваться. МУП города Новосибирска «Горводоканал» входит в тройку крупнейших по масштабам комплекса аналогичных предприятий России. За более чем

90 лет работы новосибирский «Горводоканал» выработал совершенную систему обеспечения бесперебойности работы систем водоснабжения и водоотведения, а опыт квалифицированных работников, передаваемый из поколения в поколение, сделал работу предприятия стабильной и эффективной. Подавая в город более 500 тысяч кубометров питьевой воды в сутки, «Горводоканал» продолжает обеспечивать Новосибирск незаменимым ресурсом, предоставляя городу и новосибирской агломерации возможность, реализовывать самые амбициозные экономические и социальные проекты [1]. Огромная сеть водоснабжения и канализации совокупной протяженностью 3,6 тыс. км находится под круглосуточным контролем специалистов «Горводоканала», работа которых редко когда бросается в глаза людям. Умение обеспечивать стабильность и бесперебойность подачи воды, не создавая при этом помех потребителям, – признак высочайшей квалификации водоканальцев. Оперативные бригады «Горводоканала» работают в любое время суток и в любых погодных условиях. А лучшее оборудование и современная спецтехника, которыми они оснащены, позволяют решать любые возникающие аварийные ситуации. Самая умная техника, сосредоточенная в руках профессионалов высочайшего уровня, – залог успешной работы предприятия. Новые технологии, новые методики, новые материалы, новые подходы, новая техника – все это позволяет увеличить долговечность и надежность системы водоснабжения: обновляемые трубопроводы имеют полувековые заявленные сроки эксплуатации [2,3].

Огромное хозяйство «Горводоканала» действует как единый отлаженный механизм. И жители Новосибирска и близлежащих населенных пунктов привыкли к стабильности без сбоев и задержек в круглосуточном и круглогодичном режиме. Нарботанный успешный опыт масштабируется в муниципальных образованиях региона. Сегодня «Горводоканал» уже эксплуатирует сети водоснабжения и водоотведения г. Обь, п. Тулинский, п.г.т. Краснообск, п. Мичуринский, п. Приобский, п. Новолуговое и р.п. Кольцово. Система водоотведения принимает сточные воды города Новосибирска, г. Бердск, г. Обь, п.г.т. Краснообск, р.п. Кольцово и пригородных поселков, подключенных к данной системе п. Тулинский, с. Криводановка, п. Кудряшовский, с. Новолуговое, п. Элитный, п. Мичуринский. Постепенно «осваиваются» территории Новосибирского района: Барышевский сельсовет, Каменский сельсовет, с. Раздольное. Формирующаяся в соответствии с генеральным планом развития города коммуникационная инфраструктура с каждым годом становится все совершеннее и надежнее, несмотря на усложнение.

Сегодня МУП «Горводоканал» обеспечивает питьевой водой Новосибирскую агломерацию с численностью населения около 2 млн человек. Техническая политика, проводимая предприятием, направлена на развитие системы водоснабжения и водоотведения, исходя из интересов развития города. Результат – повышение качества жизни населения, ускорение экономического развития и улучшение экологической ситуации. Выполненные за минувшие годы инвестиционные программы, включившие более сотни мероприятий, позволили добиться комплексной модернизации инфраструктуры и обеспечили стабильность и доступность водоснабжения для населения с соблюдением требований санитарно-эпидемиологической и экологической безопасности. Реализованные в рамках инвестиционных программ проекты подняли планку качества работы предприятия на новый уровень. Большую роль в обеспечении четкости и бесперебойности работы всего комплекса играет созданная единая система диспетчеризации и автоматизированного управления технологическими процессами. А новая инвестиционная программа на 2020–2024 годы обеспечит выполнение плана развития города и прилегающих территорий.

Приоритет, отданный в технической политике новосибирского «Горводоканала» применению инновационных, ресурсосберегающих технологий и высококачественным материалам, характеризует предприятие как современный, высокооснащенный и стабильно работающий технологический комплекс, готовый и способный успешно решать стоящие перед ним задачи в жизнеобеспечении города. Но главная ценность предприятия – люди: специалистов МУП «Горводоканал» отличают ответственность, организованность, профессионализм и умение работать в условиях чрезвычайных ситуаций.

### **Список литературы**

1. История промышленности Новосибирска. Том II. (Время вперед!, 1918 – 1940). – Исторические очерки. Новосибирск, 2004. Издательский дом «Историческое наследие Сибири». С. 180 – 248.
2. Внутренние системы водоснабжения и водоотведения. Проектирование: Справочник. А. М. Тугай, В. Д. Ивченко, В. И. Кулик, Ю. С. Сергеев, В. А. Соколов., под ред. А. М. Тугая.— Киев: Будивельник, 1982, 256 с.
3. Водозаборно-очистные сооружения и устройства: Учеб. пособие для студентов вузов / М.Г. Журба, Ю.И. Вловин; Ж.М. Говорова, И.А. Лушкин: Пол ред. М.Г. Журбы. М.: ООО «Издательство Астрель». 2003, 596 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2010 ПО 2020 ГОД

Д.В. Глазков, Е.О. Суеткина

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
[gdv@myttk.ru](mailto:gdv@myttk.ru)

*В статье рассматриваются изменения состояния атмосферного воздуха Новосибирской области, приведены статистические данные за период с 2010 по 2020 гг. и показатели, которые влияют на воздух.*

*Ключевые слова: атмосферный воздух, источники загрязнения, уровень загрязнения, загрязняющие вещества, стационарные источники загрязнения.*

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух – это одна из самых актуальных проблем для обсуждения. Качество воздуха формируется в результате сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов. Оно может являться одной из причин негативного влияния на здоровье населения [1].

За последнее десятилетие на территории Новосибирской области наблюдается снижение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. При этом отмечается снижение выбросов как от стационарных источников выбросов, так и от передвижных источников (авто- и железнодорожного транспорта). На фоне общего снижения за последнюю пятилетку в 2020 году по сравнению с 2019 годом произошло увеличение по количеству выбросов как от транспорта, так и от стационарных источников (рисунок 1).

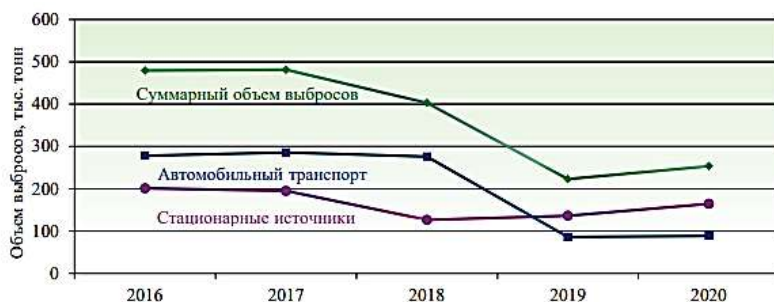


Рисунок 1 - Динамика изменения валовых выбросов по источникам

Значительное уменьшение значений показателя «Объем выбросов от стационарных источников» начиная с 2018 года, относительно данных предыдущих лет, может быть обусловлено как изменением требований по сдаче и приему отчетности статистического наблюдения № 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха», так и изменениями требований в области нормирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и введением системы государственного учета объектов НВОС с учетом их категорий.

С 2019 года впервые за многолетний период согласно отчетности основными источниками выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Новосибирской области являются стационарные. Суммарный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Новосибирской области в 2020 году составил 253,6 тыс. тонн, в то время как в 2013 году этот показатель составлял 506,5 тыс. тонн (таблица 1).

*Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Новосибирской области за период с 2010 по 2020 годы от различных источников*

Источники выбросов	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Выбросы от стационарных источников, тыс. т/год	228,36	233,95	224,52	195,71	207,80	184,68	201,0	195,1	126,4	136,1	164,4
Выбросы от автотранспорта, тыс. т/год	319,9	287,4	286,2	310,2	276,5	275,2	277,8	285,8	276	86,2	88,6
Выбросы от железнодорожного транспорта, тыс. т/год	*	*	*	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,6
Выбросы в атмосферу всего, тыс. т/год	*	*	*	506,5	484,9	460,4	479,3	481,4	402,9	223	253,6

\* В официальном источнике (сайт Министерств природных ресурсов и экологии Новосибирской области) отсутствует информация по данным показателям.

Количество валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2020 году увеличилось до 164,4 тыс. тонн, что на 20,8 % больше, чем в 2019 году. Но по сравнению с 2010 годом, выбросы от стационарных источников уменьшились на 63,96, что является хорошим показателем.

Однако наряду с увеличением валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2020 году по сравнению с 2018 и 2019 годами, при сравнении с более ранним периодом 2016 и 2017 годов в 2020 году наблюдается снижение количества валовых выбросов на 18 % и 16 % соответственно.

Обобщенные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников в Новосибирской области предоставлены Федеральной службой по надзору в сфере природопользования.

Выбросы от стационарных источников в 2010 году составляли 228,36 тыс/год, а спустя 10 лет этот показатель понизился до 164,4 тыс/год. Более впечатляющим стало понижение показателя выбросов от автотранспорта. С 319,9 тыс. т/год в 2010 году до 88,6 тыс. т/год в 2020 году (рисунок 1).

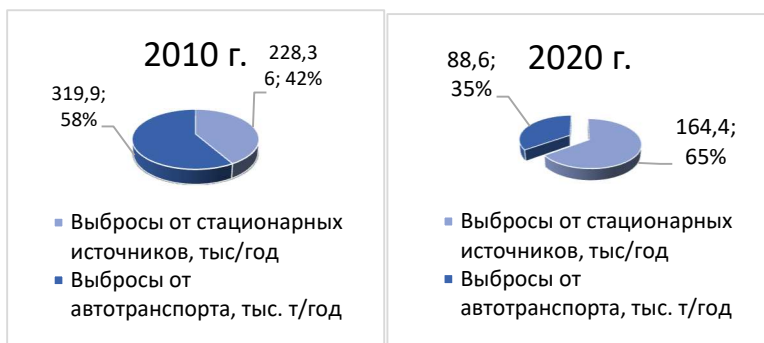


Рисунок 1 - Выбросы от стационарных источников и выбросы от автотранспорта в 2010 и 2020 году

### Список литературы

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды новосибирской области в 2020 году [Электронный ресурс], — Режим доступа: [http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby\\_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad\\_o\\_sostoyanii\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_nso\\_2020.pdf](http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2021/02/gosdoklad_o_sostoyanii_okruzhayushchey_sredy_nso_2020.pdf) (дата обращения 10.04.2022 г.).



2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды новосибирской области в 2015 году [Электронный ресурс], — Режим доступа: [http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby\\_files/files/wiki/2021/02/korrektura\\_gosdoklad-2015.compressed.pdf](http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2021/02/korrektura_gosdoklad-2015.compressed.pdf) (дата обращения 10.04.2022 г.).
3. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды новосибирской области в 2011 году [Электронный ресурс], — Режим доступа: [http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby\\_files/files/wiki/2021/02/gosudarstvennyy\\_doklad\\_o\\_sostoyanii\\_i\\_ob\\_ohrane\\_okruzhayushchey\\_sredy\\_novosibirskoy\\_oblasti\\_v\\_2011\\_godu.pdf](http://mpr.nso.ru/sites/mpr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2021/02/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_ohrane_okruzhayushchey_sredy_novosibirskoy_oblasti_v_2011_godu.pdf) (дата обращения 10.04.2022 г.).

## ОЧИСТКА ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ СТОКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М. С. Трухина, К. И. Уколова, Г. Т. Амбросова  
Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный  
Университет (Сибстрин), [galina-ambrosova@yandex.ru](mailto:galina-ambrosova@yandex.ru)

*В статье рассматривается вопрос очистки высококонцентрированных стоков предприятия в Тюменской области, выпускающего молочнокислую продукцию. За сутки на заводе получают 120–180 м<sup>3</sup> производственных стоков, качество которых не позволяет сбрасывать их в городской коллектор или водоем. Для таких стоков применяется следующая схема биологической очистки: первая ступень – анаэробное сбраживание, вторая – аэробная очистка. Выявлены проектные недоработки в узле анаэробного сбраживания и предложены рекомендации по их устранению.*

*Ключевые слова: сыворотка, локальные очистные сооружения, биологическая очистка, анаэробное сбраживание, биореактор.*

В настоящее время одной из актуальных проблем в области очистки стоков предприятий пищевой промышленности является обработка высококонцентрированных стоков. Данная статья основывается на рассмотрении проблем в работе локальных очистных сооружений канализации предприятия, выпускающего молочнокислую продукцию.

К основной цели данного исследования относится разработка рекомендаций по усовершенствованию методов очистки

высококонцентрированной сточной жидкости предприятий молочной промышленности.

На настоящий момент времени известны и применяются схемы биологической очистки в две ступени. Для данного предприятия применима очистка на первой ступени - в анаэробных, а на второй – в аэробных условиях.

Рассмотрим подробнее узел анаэробной очистки высококонцентрированных стоков молокозавода (Рисунок 1). Согласно технологической схеме, молочная сыворотка помещается в биореактор, при средней температуре 37 °С. Сброженная смесь отправляется в барабанный сгуститель, после которого одна часть осадка возвращается в биореактор, а другая часть подвергается обезвоживанию в центрифуге с последующим удалением на полигон твердых бытовых отходов.

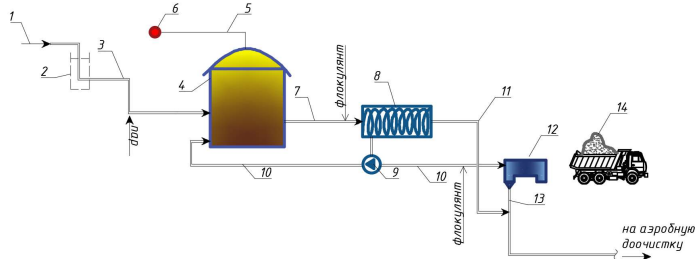


Рисунок 1 - Узел анаэробного сбраживания

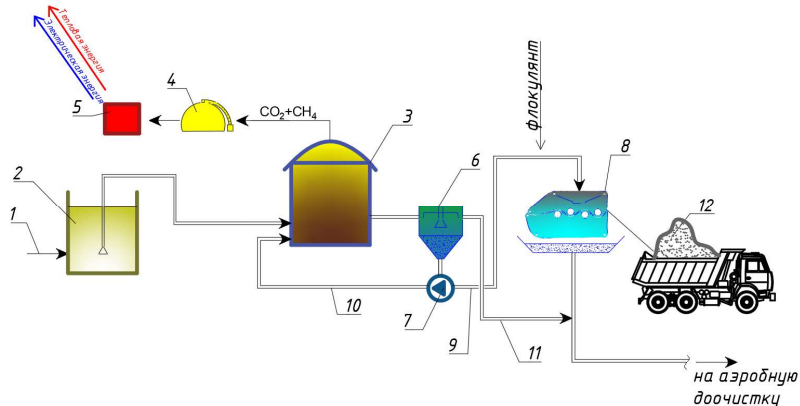
1-подача молочной сыворотки; 2- приемный резервуар; 3- загрузка сыворотки в биореактор; 4-анаэробный биореактор; 5-биогаз; 6-свеча для сжигания биогаза; 7-анаэробно сброженный осадок; 8-барабанный загуститель; 9-насосная станция; 10-анаэробно сброженный осадок с примесью флокулянта; 11-фильтрат; 12-центрифуга; 13-фугат; 14-вывоз обезвоженного осадка на полигон ТБО.

Исходя из многолетнего опыта эксплуатации можно выделить следующие проектные недоработки:

- ✓ Нестабильная работа биореактора из-за отсутствия резервуара-усреднителя.
- ✓ Использование барабанного загустителя, работающего с флокулянтами, не эффективно. Флокулянт - ингибитор для анаэробного ила. Данную проблему может решить вертикальный уплотнитель, позволяющий без использования флокулянта обеспечить сгущение с 99% до 95–97%.
- ✓ Применение центрифуги крайне неэффективно из-за специфических особенностей анаэробно сброженного осадка, в таких случаях необходимо применять фильтр-прессы.

- ✓ Разорительная система сжигания биогаза на свече. Наличие когенератора позволит получать при сжигании газа тепловую и электрическую энергию. За счёт такого решения можно покрыть затраты на необходимые реагенты для узла анаэробного сбраживания.

Учитывая вышесказанные замечания, была составлена рекомендуемая схема обработки сыворотки (Рисунок 2).



*Рисунок 2 - Рекомендуемая схема обработки сыворотки*

1 – подача молочной сыворотки на обработку; 2 - резервуар-усреднитель; 3 - анаэробный биореактор; 4 – газгольдер; 5 - когенератор; 6 - вертикальный уплотнитель; 7 - насосная станция; 8 - фильтр пресс; 9 - сгущенный осадок для удаления из системы; 10 - сгущенный осадок для возврата в биореактор; 11 - иловая вода уплотнителя; 12 - вывоз обезвоженного осадка на полигон ТБО.

Таким образом можно сделать вывод, что реконструкция узла анаэробного сбраживания увеличит эффективность работы локальных очистных сооружений и даст возможность получить прибыль от реализации биогаза.

### **Список литературы**

1. Крусь Г. Н. Технологии молока и оборудование, предприятия молочной промышленности: учеб. пособие / Г. Н. Крусь, В. Г. Тиняков, Ю. Ф. Фофанов. – М.: Агропромиздат, 1996. - 280 с.
2. Дятлова Т. В. Очистка сточных вод молокозаводов/ Т.В. Дятлова, С.Г. Певнев, Т. Г. Федоровская – СПб.: Водоснабжение и санитарная техника, 2008. - 201с.
3. Сточные воды предприятий мясной и молочной промышленности/ Н. М. Марлевич [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 2003. – 272 с.

4. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85\*. – М., 2018.

## ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГОРОДА ТАРКО-САЛЕ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Д.И. Ибрагимов, П.З. Хакимов, Г.Т. Амбросова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (СИБСТРИН), p.khakimov@edu.sibstrin.ru

Данная работа посвящена оценке технологии очистки сточных вод города Тарко-Сале. Город Тарко-Сале находится в Ямало-Ненецком автономном округе, и занимает площадь 44 км<sup>2</sup>.

В населенном пункте проживает свыше 20 тыс. жителей, общий расход сточной жидкости предлагается рассчитать на 9 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Заказчиком на проектирование очистных сооружений канализации является отдел архитектуры администрации города Тарко-Сале.

На сегодня первоочередной задачей для Заказчика является выбор оптимальной технологии очистки сточной жидкости, которая может обеспечить требуемую степень очистки стоков при фактических показателях загрязнений исходной сточной жидкости (таблица 1).

Как видно из таблицы все показатели являются расчётными, полученными исходя из рекомендуемых норм загрязнений на одного жителя [1]. и фактической нормы водоотведения. К сожалению, расчетные показатели не учитывают высококонцентрированные стоки из выгребных ям.

Таблица 1 – Исходные показатели сточной жидкости

№	Показатель	Единица измерения	Значения показателя	
			исходной	сброс в водоем
1.	Взвешенные вещества	мг/л	235	10,5
2.	БПК <sub>5</sub>	мг/л	217	2
3.	БПК <sub>полн</sub>	мг/л	260	3
4.	ХПК	мг/л	397	30
5.	Азот аммонийный (по N)	мг/л	38	0,5
6.	Азот органический (по N)	мг/л	12,7	2
7.	Азот нитритный (по N)	мг/л	-	0,08
8.	Азот нитратный (по N)	мг/л	-	9
10	Фосфаты (по P)	мг/л	5	0,2
11	Активная реакция (рН)	-	7,2-7,4	6,5-8,5
12	Температура:			

	зимой	°С	8-12	не более 40
	летом	°С	20	не более 40

На рисунке 1 представлена проектная технологическая схема ОСК города Тарко-Сале. Согласно предложенной технологии, сточная жидкость вначале поступает в камеру гашения напора, после чего она проходит через решетки грубой и тонкой очистки, а также песколовки. Отбросы, с решёток грубой и тонкой очистки и песок, который задерживается в песколовке направляются в пескомойку, где они отмываются и вывозятся на полигон твердых бытовых отходов.

После извлечения крупных включений и песка сточная жидкость направляется в резервуары-усреднители, предназначенные для усреднения расхода и состава сточной жидкости. Из резервуара-усреднителя стоки откачиваются насосами постоянно и равномерно в первичные горизонтальные отстойники.

Осветленная сточная жидкость направляется в узел биологической очистки, состоящий из анаэробной, аноксидной и аэробной зон первой ступени, а также аноксидной и аэробной зон второй ступени. Иловая смесь из аэробной зоны второй ступени (нитрификатора) поступает во вторичный горизонтальный отстойник. Осевший активный ил возвращается в денитрификаторы, а биологически очищенная сточная жидкость подвергается доочистке на дисковых микрофильтрах,

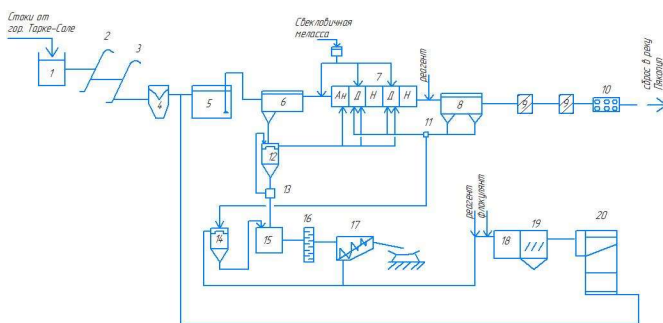


Рисунок 1 – Технологическая схема ОСК города Тарко-Сале:

- 1 – приемная камера; 2, 3 – решетки грубой и тонкой очистки; 4 – тангенциальная песколовка; 5 – резервуар усреднитель; 6 – первичный горизонтальный отстойник; 7 – узел биологической очистки (анаэробная зона, денитрификатор и нитрификатор первой и второй ступени); 8 – вторичные горизонтальные отстойники; 9 – микрофильтры; 10 – узел обеззараживания (УФО); 11 – н/с активного ила; 12 – ацидификатор; 13 – емкость накопления легкоокисляемой органики; 14 – илоуплотнитель; 15 – резервуар смешение осадков; 16 – мацератор; 17 – шнековый дегидратор; 18 – сгуститель; 19 – ламело-сепаратор; 20 – фильтры;

обеззараживается методом ультрафиолетового облучения и сбрасывается в реку Пякупур. Обработка осадка (аэробная или анаэробная) не предусмотрена, проектная организация предлагает упрощенную схему, а именно: частично сброженный осадок из ацидофикатора направляется в накопитель осадка, сюда же вводится сконцентрированный избыточный активный ил. Из накопителя осадок насосом подается в мацератор для измельчения крупных включений, по каким-либо причинам оказавшихся в сыром осадке. Обезвоживание осадка осуществляется в шнековом дегидраторе до влажности 80-82%. Обезвоженный осадок вывозится на полигон твердых бытовых отходов.

Иловая вода, образующаяся при сгущении избыточного активного ила и обезвоживании осадка, направляется в накопитель иловой воды, в который вводится реагент и флокулянт, далее она проходит ламелла-сепараторы, освобождается от взвешенных частиц и кристаллов ортофосфорной кислоты. На заключительном этапе стоки внутриплощадочной канализации доочищаются на зернистых фильтрах и возвращаются в резервуар-усреднитель для повторной очистки.

После глубокого изучения технологической схемы ОСК, предложенной компанией «Уралстройинвест» были выявлены проектные недоработки и упущения, к основным из которых относятся:

- не обосновано принята двухступенчатая биологическая очистка сточной жидкости, которая не является высококонцентрированной;
- излишне применение органической добавки в виде свекловичной мелассы, вводимой в ацидофикатор, анаэробную зону и аноксидную зону второй ступени при невысокой концентрации азота аммонийного (38 мг/л) в исходной сточной жидкости;
- не удачно выбрана точка ввода реагента для связывания свободных ион-фосфатов; в процессе эксплуатации ОСК это породит массу проблем;
- отсутствует характеристика микрофильтров первой и второй ступени, что затрудняет понимание в надобности микрофильтров второй ступени;
- не требуется такая тонкая очистка на зернистых фильтрах стоков внутриплощадочной канализации, поскольку они будут возвращаться в резервуары-усреднители для повторной очистки;
- не предусмотрена анаэробная или аэробная обработка сырого осадка и избыточного активного ила;
- принято самое неэффективное оборудование (шнековые дегидраторы) для обезвоживания смеси сырого осадка и избыточного активного ила.

## Список литературы

1. СП 32.13 330. Канализация. Наружные сети и сооружения. Москва. 2018.
2. Яковлев С.В. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод – М: АСВ, 2002 – 704 с.
3. Гудков А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод – Вологда: ВоГТУ, 2002 – 127 с.

## ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА ПЕРИОД С 2010 ПО 2020 Г.

Д.В. Глазков, А.А. Челтенова

Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС),  
gdv@myttk.ru

*В статье рассматриваются изменения качественного состава поверхностных водных объектов Новосибирской области, приведены статистические данные за период с 2010 по 2020 гг. и показатели, которые влияют на качество вод.*

*Ключевые слова: поверхностные водные объекты, ресурсы поверхностных вод, качество водных объектов, загрязняющие вещества, водоснабжение.*

Воды, которые протекают или собираются на поверхности земли (водоёмы) называются поверхностными водами суши. Они постоянно или временно находятся в поверхностных водных объектах [1].

К поверхностным водным объектам относятся: моря или их отдельные части (проливы, заливы, в том числе бухты, лиманы и другие), водотоки (реки, ручьи, каналы), водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища), болота (низинные, переходные, верховые), природные выходы подземных вод (родники, гейзеры), ледники, снежники [2].

Современное состояние большинства поверхностных водных объектов и прибрежных территорий не соответствует действующим экологическим и градостроительным требованиям. На изменение естественного режима и неблагоприятное состояние водных объектов Новосибирской области влияют:

- антропогенные нагрузки – выпуски сточных вод, сбросы загрязняющих веществ, размещение объектов в водоохраных зонах и прибрежных защитных полосах и т. д.;

- естественные факторы – циклические колебания уровня воды, связанные с климатическими изменениями, а также гниение водных растений, недостаток кислорода;

- техногенные причины, вызывающие ухудшение формирования стока воды на водосборах и режима водных объектов (регулирование стока рек, отчленение дамбами озер и водотоков, сооружения и карьерные разработки в русле) [3, с. 29].

Государственный мониторинг поверхностных водных объектов на территории области ведется на базе государственной сети станций и постов Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, пунктов наблюдений Росводресурсов и наблюдений водопользователей. К наблюдательной сети Росводресурсов относится система мониторинга за контролем качества воды Новосибирского водохранилища и его притоков, осуществляемого филиалом «ВерхнеОбьрегионводхоз» ФГБВУ «Центррегионводхоз».

Было отобрано 111 проб воды Новосибирского водохранилища и проанализировано по 28-34 показателям качества (суммарно 3380 элементоопределений), а также 7 проб донных отложений (суммарно 42 элементоопределения).

Большое число определенных ингредиентов являлось загрязняющими: легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и БПК<sub>5</sub>), ионы аммония, фенолы общие, тяжелые металлы (марганец, медь и общее железо).

К антропогенным источникам, обеспечивающим загрязнение природной воды марганцем и общим железом, относят предприятия металлургии, машиностроения и металлообработки, которых нет вблизи Новосибирского водохранилища.

В 2020 году качество воды водоемов 2 категории по микробиологическим показателям ухудшилось на 3,81 % (ухудшение произошло за счет Колыванского района – 62,8 %, Новосибирского района – 59 %, г. Новосибирска – 23 %, Каргатского района – 26,6 %, Маслянинского района – 13,5 %, Венгеровского района – 12,9 %, Ордынского района – 10 %, Сузунского района – 10,1 %).

По паразитологическим показателям в местах водозабора в 2020 году нестандартные пробы не зарегистрированы, в рекреационных зонах было зарегистрировано 2 нестандартные пробы (1 проба в



Первомайском районе г. Новосибирска – р. Обь, пляж, 1 проба в г. Карасуке Карасукского района – р. Карасук).

В 2020 году было исследовано 44 пробы воды водоемов в местах сброса сточных вод в черте населенного пункта на содержание цист простейших и яиц гельминтов, опасных для человека. Из 44 проб нестандартных не зарегистрировано. Исследовано 103 пробы воды из открытых водоемов на ротавирусы, нестандартных проб не зарегистрировано.

Статистические данные за период с 2015 по 2019 год указаны в Таблице1.

Таблица 1- Показатели качества воды водоемов (удельный вес нестандартных проб) по Новосибирской области (по данным Управления Роспотребнадзора по Новосибирской области)

Категория водоема	2015	2016	2017	2018	2019
-------------------	------	------	------	------	------

Динамика к

2019 году

Санитарно-химические показатели

1	22,0	15,3	15,5	28,8	21,6	↓
---	------	------	------	------	------	---

2	33,4	21,4	19,7	5,8	3,34	↓
---	------	------	------	-----	------	---

Микробиологические показатели

1	2,2	2,7	2,82	6,8	7,47	↑
---	-----	-----	------	-----	------	---

2	12,2	15,5	11,09	10,09	13,9	↑
---	------	------	-------	-------	------	---

Паразитологические показатели

1	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---

2	0,2	0	0	0	0,64	↑
---	-----	---	---	---	------	---

### Список литературы

1. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс], — Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностные\\_воды](https://ru.wikipedia.org/wiki/Поверхностные_воды) (дата обращения 25.04.2022 г.).
2. "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.04.2022)– URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_60683/b8b847f3274eb b70489d8062eb9539817ed96584/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/b8b847f3274eb b70489d8062eb9539817ed96584/) (дата обращения: 25.04.2022).
3. О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2020 году. – Новосибирск, 2021. – 176 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОСИБИРСКА

Швецова М. Д., Рогова Е.В., Никитина Е.И. Кожемяченко А.С.  
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей  
сообщения»  
elena.rogova4@yandex.ru

*В работе представлены экспериментальные данные по определению химического состава снежного покрова различных функциональных зон г. Новосибирска. Сравнительная оценка содержания катионов и анионов в талой воде показала более высокие их значения в транспортной и селитебной зонах городской территории. Показано, что содержание катионов и анионов, рН среды и физические показатели характеризуют влияние техногенных факторов на городскую среду и уровень загрязнения атмосферы.*

*Ключевые слова: снежный покров, катионы, анионы, городская среда, функциональные зоны.*

Наиболее активно воздействие человека на природу проявляется в промышленных городах, атмосфера которых загрязняется жидкими, твердыми, и газообразными веществами. Новосибирск – город с высокими темпами роста населения, промышленности и сельского хозяйства. Все возрастающие объёмы производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, увеличение парка автотранспорта приводит к увеличению загрязнения атмосферы, что негативно сказывается на экологической обстановке города. Существует несколько способов оценки загрязнённости атмосферного воздуха, одним из них является анализ снежного покрова. На территории Новосибирска и Новосибирской области устойчивый снежный покров сохраняется достаточно долго, около полугода. Поэтому выбор снежного покрова в качестве объекта исследования при мониторинге загрязнения атмосферы можно считать оправданным.

Снег является хорошим индикатором распространения загрязняющих веществ в окружающей среде. В снежном покрове может находиться во много раз больше загрязняющих веществ, чем в атмосфере, т.к. он загрязняется поэтапно [1,2]. Длительный зимний период позволяет снежному покрову накапливать не только растворенные компоненты, но и терригенные примеси природного и антропогенного происхождения. Все это позволяет оценить не только

химический состав снежного покрова, но и дать оценку экологическому состоянию территории.

*Цель работы:* исследование химического состава снежного покрова с целью определения экологического состояния различных территорий г. Новосибирска.

При отборе образцов снега были охвачены следующие зоны города: транспортная (Мочищенское шоссе с прилегающей к нему жилой зоной), парково- рекреационная (Засельцовский парк), селитебная (территория СГУПСа). В качестве условно фоновой зоны была выбрана территория НСО п. Матвеевка, находящаяся в 25 км от города. Отбор проб снега проводили на всю глубину снежного покрова (ГОСТ 17.1.5.05) [3]. Снег растапливали при комнатной температуре, определяли органолептические показатели талой воды (ГОСТ Р 51232-98), фильтровали, центрифугировали [4]. Определение содержания ионов проводили методом капиллярного электрофореза на приборе Капель – 104 Т. Активную реакцию воды (рН) определяли с помощью рН-метра «Аквилон» рН-420.

Анализ характера среды талой воды исследуемых территорий, показывает, что значения рН находятся в пределах 6,92 – 7,91. Это характеризует ее как близкую к нейтральной, слабощелочную, что является благоприятным фактом с учетом наблюдающейся все возрастающей кислотности почв. Незначительная щелочность атмосферных осадков может быть связана с зольными выбросами котельных, с продуктами сгорания топлива, оксидами металлов [5,6].

В ходе исследования в фильтрате были определены катионы: аммония ( $\text{NH}_4^+$ ), калия ( $\text{K}^+$ ), натрия ( $\text{Na}^+$ ), магния ( $\text{Mg}^{2+}$ ), стронция ( $\text{Sr}^{2+}$ ), бария ( $\text{Ba}^{2+}$ ), кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ); анионы: хлориды ( $\text{Cl}^-$ ), сульфаты ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ), фосфаты ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), фториды ( $\text{F}^-$ ), гидрокарбонаты ( $\text{HCO}_3^-$ ) (рис.1,2).

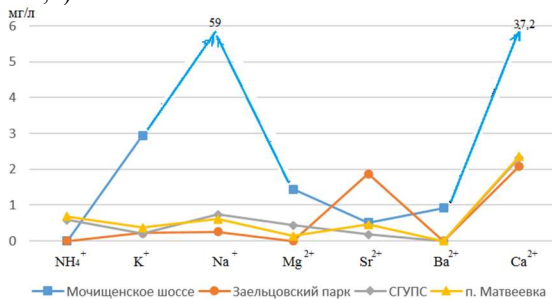


Рисунок 1.- Содержание катионов в снежном покрове.

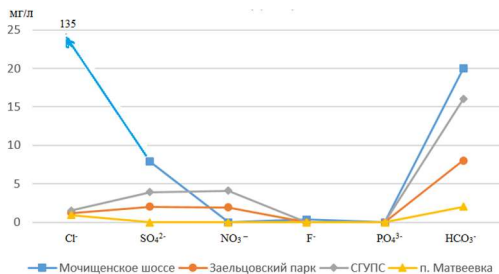


Рисунок 2. Содержание анионов в снежном покрове.

Химический анализ снега на основные катионы выбранных территорий показывает, что транспортная зона (Мочищенское шоссе) обогащена всеми определяемыми катионами, с преобладанием ионов натрия и кальция. Преобладание данных катионов связано с регулярным использованием для дорожных покрытий в зимний период антигололедных смесей и свидетельствует о солевом загрязнении снежного покрова. Химический состав снежного покрова территории НСО п. Матвеевка, которая бала выбрана в качестве условно фоновой зоны, показал все определяемые катионы. Содержания ионов аммония, калия и кальция превышают содержания этих же катионов в парково-рекреационной и в селитебной зонах. Данный факт, на наш взгляд, объясняется преимущественным распространение частного сектора с печным отоплением, наличием сельскохозяйственных угодий и животноводческих ферм.

Анализ содержания основных анионов в талой воде показывает, что повышенные концентрации отмечены для гидрокарбонат-ионов всех исследованных территорий. Для транспортной зоны (Мочищенское шоссе) отмечены значительные содержания ионов хлора, фтора и сульфат-ионов. Высокие концентрации ионов хлора являются следствием интенсивного использования антигололедных смесей. Значительные содержания сульфат-ионов являются результатом техногенных выбросов в атмосферу веществ, содержащих серу (нефтеперерабатывающая промышленность, электроэнергетика, транспорт).

Таким образом, результаты исследования химического состава снежного покрова на основные катионы и анионы, анализ физических показателей и pH среды различных функциональных зон г. Новосибирска позволяет выявить уровень аэротехногенного загрязнения и, как следствие, экологическое состояние отдельных территорий городской среды.

### **Список литературы**

1. Кабанова Л.Ф. Биогеохимический круговорот элементов в природе: Метод. указ. к семинарским занятиям для студентов всех специальностей, изучающих “Концепции современного естествознания”. – Новосибирск: Изд-во СГУПСа 2002. – 40 с.
2. Барковский Е.В., Ткачев С.В., Атрохимович Г.Э. и др. Введение в химию биогенных элементов и химический анализ. Минск: Вышш. шк., 1997. С. 18.
3. ГОСТ Р 51232-98. Общие требования к организации и методам контроля качества. М.: Госстандарт, 2005. 9 с.
4. ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков. М.: Госстандарт, 2021- 12 с.
5. Булгаков Д.В., Рогова Е.В., Никитина Е.В. «Исследование и сравнение качества питьевой воды г. Новосибирска и районных центров Новосибирской области». Интеллектуальный потенциал Сибири. Материалы конференций. Изд-во НГТУ. Том. часть 4. 2021. С.233-236.
6. Булгаков Д.В., Шевченко А.С., Никитина Е.И., Рогова Е.В. «Исследование качества водопроводной воды на основе сравнительного анализа ее физико-химических показателей». Химия и жизнь. Сборник XX Международной научно-практической конференции. Новосибирск 2021. С. 421-425.

**ПРОБЛЕМЫ  
И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ**

**СЕКЦИЯ**

**ПРИЧИНЫ ОТСУТСТВИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНЫХ  
ИННОВАЦИЙ В РОССИИ**

Д.Д. Гарифулина, А.О. Седова, А.С. Бородин, Т.А. Самойлюк  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
e-mail: [d.garifulina@list.ru](mailto:d.garifulina@list.ru)

*Цель работы заключается в рассмотрении перспектив зарубежных технологий на территории Российской Федерации. В статье представлены примеры популярных технологий, которые по каким-либо причинам не пользуются спросом в России. Основное внимание уделяется как положительным сторонам технологий, так и их проблемным зонам. В результате работы выделены и охарактеризованы общие причины медленного распространения зарубежных технологий в России.*

*Ключевые слова: технологии, умный дом, электромобиль, интерактивная остановка, дроны, система отопления.*

Мир находится на стыке эволюции в сфере инноваций и многие страны уже занимаются внедрением новейших технологий в жизнь населения. Однако наша страна не охотно пользуется этими инновациями. Так в чём же дело?

Цель предлагаемого исследования – выявить причины отторжения зарубежных инноваций на некоторых распространенных примерах технологий.

Для достижения целей выявлены следующие задачи:

- найти примеры малоиспользуемых технологий;
- выявить причины низкого спроса;
- выделить общие причины низкого спроса;
- подвести итоги проделанной работы.

Умный дом – система домашних устройств, способных выполнять функции и решать определённые быденные задачи без участия человека.

Домашние смарт – системы до сих пор не получили широкого распространения в России из-за некоторых проблем:

- технологическая экосистема;
- безопасность личной информации/кибератаки;
- культура многоквартирных домов;
- стоимость установки и автоматизации.

Умный термостат – один из компонентов системы автоматизации умного дома. Он распоряжается системой отопления, вентиляции и кондиционирования дома.

Но у такого термостата есть и некоторые минусы, например:

- трудности в установке (не справиться без экспертов);
- относительно большая стоимость (около 200 долларов);
- проблемы с безопасностью.

Растущее количество сетевых устройств в доме приводит к появлению новых шлюзов для злоумышленников.

Электромобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от самостоятельного источника электроэнергии, а не двигателем внутреннего сгорания [1].

Низкая популярность электрокаров в нашей стране обусловлена основными причинами:

- недостаточная поддержка со стороны правительства;
- малый запас хода (в среднем до 100 км без подзарядки);
- неразвитая инфраструктура;
- недоступность льготного кредитования.

Умная остановка– интерактивная остановка, оборудованная дополнительными функциями ради уютного ожидания наземного общественного транспорта [2].

При внедрении транспортных систем возникают многочисленные проблемы:

- интерактивное табло может запорошить снегом зимой;
- вандализм со стороны граждан;
- отсутствие чёткого расписания в реальности;
- стоимость установки и содержания остановок;

Дроны – средства для транспортировки грузов или доставки.

Есть недостатки, которые как раз и мешают начать использовать доставку дронами повсеместно:

- относительно небольшая грузоподъемность (до 3-4 кг);
- ограничения по времени автономной работы (до 30 минут) существенно ограничивают радиус возможной доставки;
- не существует пунктов приема посылок от дронов;
- опасение граждан о своей физической безопасности.

Конечно, у всех этих технологий есть потенциал для развития в России, но у всех из них есть общие причины для медленного развития в этой стране:

1. Некоторые слои населения невосприимчивы к инновациям.

Статистика населения на 1 января 2021 года:

17 631058 человек относятся к младшему поколению (0-9 лет);

23 809 200 человек относятся к поколению Z (10-25 лет);

36193116 человек относятся к поколению Y (26-41 год);

32 954707 человек относятся к поколению X (42-58 лет);

35527584 человек относятся к старшему поколению (59-97 лет).

В России весомая часть населения приходится на старшее поколение, а насколько всем известно, новое поколение более восприимчиво к инновационным переменам, в отличие от старого поколения, где люди в основном пытаются сохранить старые устои и пользоваться уже проверенными технологиями, не впуская в свою жизнь новшества.

2. Низкий уровень достатка.

По официальным данным от Росстата, средний доход населения России в 2021 году среднемесячная зарплата составила 56 280 рубля, средняя пенсия – 15 847 рублей. [3-5].

Минимальный размер оплаты труда с 1 января 2021 года в сумме 12 792 рубля в месяц.

Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума – 17,6 млн человек или 12,1 % населения страны.

Каждый человек расставляет свои приоритеты в покупках. Имея малый или даже средний доход, он не будет задумываться над покупкой дорогостоящих технологий.

3. Кибернетическая безопасность.

Переживая за свою жизнь и собственную безопасность, люди намеренно отказываются от этих технологий думая о том, что их могут взломать или в программе, произойдет какой-нибудь сбой.

Значит общество не доверяет не самим технологиям, а людям, которые их создают, или пытаются нарушить правило безопасности и личные границы.

В результате проделанной работы, можно сделать вывод, что на сегодняшний день Российская Федерация имеет большие перспективы по внедрению зарубежных инноваций. Но также имеет некие барьеры, которые мешают совершить этот рывок в развитии, но эти проблемы зависят в основном не от населения, а от государства.



### Список литературы:

1. «Электромобили: преимущества, недостатки, перспективы». [Электронный ресурс]. URL :[https://www.rolf.ru/blog/plusy i minusy elektromobilei stoit li pokupat elektrokar/](https://www.rolf.ru/blog/plusy-i-minusy-elektromobilei-stoit-li-pokupat-elektrokar/)– (дата обращения: 26.04.2022).
2. АО «ТРАССКОМ» «Умная остановка: технологии на службе общества». [Электронный ресурс]. URL: <https://trasscom.ru/blog/umnaya-ostanovka#2> – (дата обращения: 28.04.2022).
3. SEO агентство «Lemarbet». [Электронный ресурс]. URL:<https://lemarbet.com/razvitiye-internet-magazina/dostavka-dronami/>– (дата обращения: 27.04.2022).
4. HitechGlitz. [Электронный ресурс]. URL: <https://hitechglitz.com/russia/>– (дата обращения: 30.04.2022).
5. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. URL:<https://rosstat.gov.ru/>– (дата обращения: 02.05.2022).

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПУЗЫРНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО СТЕКЛА

Д.С. Максимов, А.С. Войтов

Новосибирский авиационный технический колледж  
имени Б.С. Галушака

e-mail: [denismaksimov896@gmail.com](mailto:denismaksimov896@gmail.com)

*В работе представлен новый метод определения классов и категорий пузырности без активного участия контролера. Метод позволит сократить количество случайных погрешностей при контроле оптического стекла. Проанализированы существующие методы контроля. Предлагаемый авторами метод позволит повысить производительность и технологичность производства.*

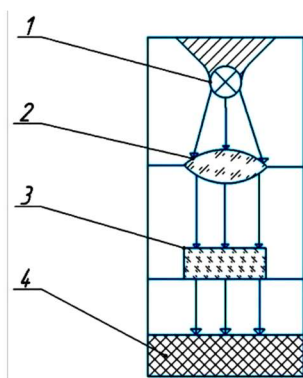
*Ключевые слова: автоматически, компактный прибор, определение пузырности.*

Изучив имеющиеся методы контроля пузырности в оптическом стекле, была выдвинута идея новой установки для контроля, который бы не зависел от человеческого фактора, повысил качество контроля, был бы более дешевым и быстрым, чем сейчас [1-3].

Установка позволит автоматизировать процесс контроля оптического стекла, что понизит затраты на трудоемкость, одну из составляющих технологичности производства. За счет понижения стоимости контроля оптического стекла, можно добиться более выгодной цены стекла на рынке, что позволит сделать более выгодную цену для закупок и быть более востребованным на рынке, за счет более низкой цены, чем у конкурентов.

Сама установка основана на теневом методе контроля пузырьности. Метод определения пузырьности оптического бесцветного стекла заключается в просмотре его при направленном боковом освещении на темном фоне, когда пузыри, вследствие рассеяния ими света, хорошо видны. Пузырность характеризуется диаметром наибольшего пузыря в заготовках стекла и средним числом пузырей в 1 кг стекла варки или партии заготовок. При определении пузырьности включения в стекле (камни, головки узловых свилей, кристаллы и другие) приравниваются к пузырям. За диаметр пузыря удлиненной формы принимается размер, полученный как среднее арифметическое длин его наибольшей и наименьшей осей. Определение диаметра пузыря производится визуально сравнением с пузырями в контрольных образцах.

Схема прибора представлена на Рисунке 1, где 1 – источник света (ИС); 2 – конденсор; 3 – образец стекла для проверки; 4 – матрица (обозначение штриховки является условным).



*Рисунок 1 – Схема прибора для контроля пузырьности*

Образец 3 помещают в прибор и закрывают. Включают ИС 1, конденсор 2 собирает свет от ИС и направляет на образец 3. Тени от пузырей попадают на матрицу 4. Затем информация с матрицы

попадает в компьютер, где уже и определяется количество и размер пузырей.

Зная размер пузырей и процентное содержание в образце, определяется процентное соотношение количества пузырей во всем контролируемом стекле.

### Список литературы

1. ГОСТ 3522-81 <https://docs.cntd.ru/document/1200023882>.
2. Теневой метод контроля стекла <https://bigenc.ru/physics/text/4187167>.
3. Метод определения пузырности [https://studbooks.net/2071862/matematika\\_himiya\\_fizika/metod\\_opredeleniya\\_puzyrnosti](https://studbooks.net/2071862/matematika_himiya_fizika/metod_opredeleniya_puzyrnosti).

## ЦИФРОВАЯ ФОТОГРАФИЯ – РЕЗОНАНС ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.А. Елисеева, И.В. Парко

Сибирский Государственный университет геосистем и технологий  
e-mail: [Enastusiya@gmail.com](mailto:Enastusiya@gmail.com)

*Фотография является неотъемлемой частью жизни современного человека. Она позволяет запечатлеть важные жизненные события, моменты, особенно за счёт использования переносных устройств, то есть смартфонов. И качество, получаемое с их камер, на 2022 год может сопоставляться с качеством специализированной техники. В данной работе проведено исследование качества фотографий, получаемых с фотоаппаратов и со смартфонов.*

*Ключевые слова: фотография, смартфон, фотоаппарат, качество, сравнение*

Научная работа посвящена изучению технического качества фотографических цифровых снимков. Выделены следующие критерии оценивания: разрешение матрицы устройства, детализация снимка, глубина резкости для пространства предметов и пространства изображений, абберации оптической системы.

Цель исследования по выделенным критериям сравнить снимки с пяти различных устройств – фотоаппаратов и смартфонов, имеющих оптические каналы.

Задачи, решаемые в данной работе: выбор техники, съёмочный процесс и сравнение полученных продуктов.

В работе были задействованы два фотоаппарата: FUJIFILM X-T3 и Canon EOS 7D Mark II, а также три смартфона: iPhone 12 Pro, iPhone 11 и Google Pixel 4a 5G [1-2].

Съёмочный процесс проводился в фотостудии при одинаковых условиях: постоянное освещение, одинаковый ракурс съемки.

В ходе сравнения изображений было выявлено, что лидирующим устройством является фотоаппарат производства Fujifilm, так как, не смотря на тёмное изображение (используемый объектив имел диафрагменное число 4) на качестве фотографии это не сказалось и все элементы успешно просматривались даже при большом увеличении части снимка. Фотоаппарат Canon имеет соотносимое качество, но при детальном рассмотрении больше заметна размытость. Представители фирмы Apple имеют хорошую общую картину, но при приближении сильно заметны цифровой шум и пиксели, что говорит о худшем качестве, алгоритмы, работающие в этой системе, слишком завышают резкость снимков. Смартфон компании Google отлично справился, при приближении качество снимка хуже, чем на фотоаппарате, но не настолько как у предыдущих двух устройств [3].

В результате исследования было выявлено, что фотографическая оптика специального класса имеет преимущество по разрешению снимка, детализации и глубине резкости изображения.

Для повседневного использования качества фотографий, получаемых со смарт-устройств достаточно, но для особых назначений – широкоформатной печати, к примеру, необходимо использовать специализированную технику.

### **Список литературы**

1. Обзор системной беззеркальной камеры Fujifilm X-T3 <https://www.ixbt.com/dp/fujifilm-x-t3-review.html>.
2. Canon EOS 7D Mark II Технические характеристики <https://market.yandex.ru/product--fotoapparat-canon-eos-7d-mark-ii-body/11057724?сра=1&nid=26994650>
3. Т.Е. Ковалевская, В. Н. Овсюк, В. М. Белоконов, Е. В. Дегтярёв Фотоника: Словарь терминов. / Под ред. В. Н. Овсюка. – Новосибирск : Издательство СО РАН, 2004. – 342 с. – Текст : непосредственный.

## ОПТИЧЕСКИЕ СКАНЕРЫ И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

О.В. Попович, А.С. Роммель., Е.В. Хлебникова  
ГБПОУ НСО «Новосибирский авиационный технический колледж  
имени Б.С. Галуцака»  
e-mail: bernikts@gmail.com

*В данной работе рассмотрены особенности конструкции датчика массового расхода воздуха автомобиля, для которого выполнена 3D-модель. Выполнен сравнительный анализ 3D-сканеров Shining 3D EinScan-SE и Range Vision Spectrum, приведены их достоинства и недостатки, а также с их помощью разработана модель, с помощью которой возможно создание датчика в производственных условиях. Ключевые слова: датчик, оптический сканер, полигональная сетка, аддитивные технологии.*

Причиной выбора аддитивных технологий для работы с датчиком массового расхода воздуха, стал дефицит данной детали на рынке. Данный датчик принадлежит автомобилю Mazda familia 1998 года.

Датчик массового расхода воздуха служит для корректировки топливной смеси, соотношения бензина и кислорода, поступающего в двигатель внутреннего сгорания. Устанавливается после воздушного фильтра перед дроссельной заслонкой.

Датчик состоит из двух основных элементов: нижняя цилиндрическая часть и верхняя коробчатая. Внутри цилиндра также находятся два симметричных ребра, трубчатый элемент с раструбом и элемент для центрирования датчика. Внутри коробчатой части находятся крепления и посадочное место для управляющей платы. В цилиндрической части устанавливаются датчики в виде тонких пластинок. Данные датчики считывают поступление воздуха. Основная проблематика сканирования данной детали заключается в обилие мелких элементов, наличие закрытой сложной внутренней конструкции [1].

Для сканирования были подобраны сканеры Shining 3D EinScan-SE и Range Vision Spectrum. Основные отличия одного сканера от другого заключается в том, что EinScan-SE в большей мере приспособлен для сканирования малогабаритных объектов, несмотря на достаточно широкую область сканирования (до 7 метров). Это обусловлено в том числе и конструкцией самого сканера. Range Vision Spectrum же имеет большую вариативность установки, что позволяет эффективнее использовать его для работы с более крупными объектами.

Также сканер Spectrum имеет более высокое разрешение камер в сравнении с EinScan-SE, что гипотетически означает лучшее качество изображения при сканировании объекта. Однако, при сканировании малогабаритных объектов на сканере Spectrum встречается следующая проблема. Камеры на данном оборудовании устанавливаются на поперечной штанге и смещаются при калибровке в зависимости от размеров поля. Следовательно, при калибровке на самое малое поле, камеры расположены достаточно близко друг к другу, что преграждает свет от проектора, создавая тень, которая при сканировании воспринимается программой как шум. Это способствует более низкому качеству полученных сканов. Преимущество конструкции EinScan-SE состоит в том, что камеры расположены в том же блоке, что и проектор. Следовательно, они не преграждают путь свету и не способны негативно влиять на результаты сканирования. Следующим же преимуществом EinScan-SE перед Spectrum является его крепление. Оно обладает широким основанием, что позволяет избегать большей части колебаний в то время как Spectrum устанавливается на штатив («треногу»), для которой требуется устойчивое твердое основание и, желательнее, отсутствие рядом объектов, способных вызывать малейшие колебания. Это означает, что даже при калибровке данного сканера, рабочий вынужден занимать одну позицию [2].

В ходе рассмотрения конструкции детали было решено, что наиболее оптимальное количество групп, которые бы позволили в полной мере передать геометрию детали.

Во время создания первой группы сканов, деталь «стояла» на коробчатой части. Таким образом, была получена основная форма объекта. Вторая группа была необходима, чтобы захватить само посадочное место для платы, поэтому данная часть детали находилась «лицом» к камерам. Третья и четвертая группы отвечали за внутреннюю геометрию детали. Следовательно, датчик был отсканирован спереди и сзади, чтобы захватить верхнюю и нижнюю части ребер жесткости и трубы с растробом.

Первое сканирование было осуществлено с помощью сканера Spectrum. Возникла следующая проблема: автоматическое совмещение групп сканов происходило некорректно, из-за чего было принято решение совмещать сканы вручную. После выполнения финального совмещения был создан STL-файл с необходимой полигональной сеткой.

Для проверки качества сканирования использовалась программа Geomagic Design X. Данное программное обеспечение позволяет

разбить модель на области, которые определяют базовые геометрические формы, которые содержит деталь.

При загрузке полигональной сетки и ее разбиении вся деталь была определена как единая область, названная «произвольной формой». Это означает, что результаты сканирования неудовлетворительны, так как полученной полигональной сетки не хватает для того, чтобы программное обеспечение смогло определить базовую геометрию детали. Следовательно, процесс построения модели усложняется, а твердотельная модель, полученная при работе с данным сканом, обладает низкой точностью.

Следующие сканирование было произведено при помощи сканера EinScan-SE. Данный сканер примечателен тем, что во многом заточен для работы с деталями малых габаритов.

Количество групп и положение детали при сканировании не изменились. Во время работы проблем со совмещением групп сканов не возникло. После также был создан STL-файл и произведена проверка с помощью функции «разбиение» в Geomagic Design X. В свою очередь, ПО смогло определить геометрию детали, разделив ее, по большей части, на поверхности типа «плоскость» и «цилиндр». Это означает, что точность данной полигональной сетки удовлетворительна, а также результат совмещения групп сканов достаточно высок для того, чтобы с ней можно было работать. Следовательно, твердотельная модель, построенная при помощи данной сетки будет более точной [3].

Модель, полученная при использовании такой полигональной сетки, в дальнейшем может быть задействована в производстве.

К примеру, программа Geomagic Design X имеет возможность сразу перенести твердотельную модель или полученную полигональную сетку в программу NX. Она, в свою очередь используется для создания G-кода для ЧПУ станков. Это позволяет быстро поставить полученную деталь на производство. В частных же случаях полученный скан или модель могут быть обработаны с помощью программы для слайсинга и отправлены на 3D -печать.

### **Список литературы**

1. Борисенко Б., Ярошенко С. 3D-сканирование в интересах 3D-моделирования // Компьютер Price., 2004.
2. EdlM., MizerákM., TrojanJ. 3DLASERSCANNERS: HISTORYANDAPPLICATIONS. – 2019.
3. Art-Based RenderingofFur, Grass, andTrees / M. A. Kowalski, L. Markosian, J.D. Northrup, L. Bourdev, R. Barzel, L.S. Holden, J.F. Hughes. 1999.

## ЭЛЕКТРОНИКА КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ – ТЕХНОЛОГИИ

А.А. Елисеева, И.В. Бобылева

Сибирский Государственный Университет Геосистем и Технологий

e-mail: [Enastusiya@gmail.com](mailto:Enastusiya@gmail.com)

*Развитие науки и техники, на 2022 год, находится на прогрессивном уровне. Электроника обретает нанометровые размеры, а люди осваивают Марс. В космическом пространстве присутствуют различные факторы воздействия на материалы, используемые человеком, которые влекут за собой негативные и, порой, непредсказуемые последствия, вплоть до непредвиденного завершения космической миссии. Эта работа посвящена исследованию факторов воздействия космического пространства на электронику, её применение и аналогичных электротехнических компонентов на Земле. Ключевые слова: космос, электроника, техника, Земля, технологии.*

У разработки космических миссий свои особенности: в первую очередь, это время разработки. Надёжность выступает основополагающим критерием, поэтому космические миссии могут разрабатываться десятками лет, кроме того, в космосе нужно учитывать различные факторы для просчета траектории полета, условий взлёта и других. Изначально нужно поставить цель миссии, выбрать точку назначения и способы достижения. Исходя из этого закладывается бюджет, время разработки, используемые компоненты.

Электроника – то, без чего не может существовать ни одна научная миссия в космосе, в ином случае она не будет нести полезной нагрузки. Её компоненты закладывают на первых этапах, ведь вычислительные мощности имеют решающее значение при реализации заданных целей. Кроме того, любой сбор данных осуществляется при помощи электротехнических компонентов.

Для освоения космоса разрабатывают новые технологии, специальные, часто единичного характера. Но в последние годы взгляд на использование космического пространства изменился. Сегодня существует множество программ, где участие принимают дети школьного возраста, студенты или молодые ученые. Так происходит популяризация космоса. Кроме того, ей способствует создание форматов, таких как cubesat, компоненты которых имеют установленный размер. С помощью подобных систем возможно



создание искусственных спутников Земли без специальных и дорогостоящих разработок.

Новые взгляды и миссии, которые предназначены на краткосрочную работу в космосе позволяют пробовать запуск в космос электроники коммерческого класса, не предназначенного для космоса. Но любой технологии, предназначенной изначально для работы на Земле, необходима адаптация.

Поэтому в данной работе в качестве исследуемых факторов космического пространства выступают проникающие факторы: заряженные частицы (электроны, ионы) из различных локализаций в космосе, а также крупные твердые частицы. Они оказывают радиационное воздействие, приводящее к локальным повреждениям или полному отказу работоспособности электроники, могут способствовать пробоям, как в объеме вещества, так и механическим, и вызывать эмиссионные явления [1].

Рассмотрены варианты борьбы с разрушающими факторами в условиях Земли и за её пределами. Так, механические нагрузки, которых в повседневной земной жизни не предусмотрено, при запуске космического аппарата необходимо компенсировать при помощи специальных технологий заливкой компаунда, как вариант, инкапсуляции или другими, единичными специализированными решениями. Температурный режим, перепады которого в космосе лежат в диапазоне с разбросом в сотни градусов, на Земле более стабилен. Электронике в космосе необходимо выдерживать термоудары, поэтому используют металлокерамический корпус в то время, как коммерческий рынок представляют чипы на стандартных диэлектриках. Наиболее агрессивным фактором является радиация, которой мы практически не подвержены. Радиация способна вывести любое устройство из рабочего состояния, поэтому в космических условиях её воздействие минимизируют с помощью технологий экранирования, «кремний на подложке» [2-3].

Из космоса информацию о Земле собирает множество миссий, некоторые из них производят фотографическую съемку, как и дроны, применяемые на Земле. Различие этих аппаратов будет обосновано использованными технологиями. Рассматриваться будут устройство типа – квадрокоптер [4] и Орбикрафт-зоркий [5]. На Земле квадрокоптеру необходимо взлететь, для наибольшего угла обзора, соответственно для него разработаны специальные роторы. Для космического аппарата подобные конструкции ни к чему, но для него важен теплоотвод, поэтому используют специальные теплоотводящие системы, радиаторы. Аппарат на Земле имеет возможность подзарядки,

в то время как в космосе энергию, получают, в основном, от солнца, для этого устанавливаются солнечные батареи. Именно из-за подобных решений космические аппараты в космосе считаются достаточно маленькими при массе в сто килограмм.

Данная работа отражает сложность разработки технологических решений в космосе, по сравнению с земными. Использование наземной электроники в космосе возможно. Но её жизненный цикл может оказаться критически мал. Однако именно благодаря этому происходит популяризация космоса, когда простой обыватель имеет возможность разрабатывать и запускать космические аппараты. Также это создает конкуренцию, а значит и увеличивает темпы развития.

### **Список литературы**

- 1.Новиков Л. С. Космическое материаловедение : учеб. пособие. – Москва : Макс Пресс, 2014. – 448 с. – Текст : непосредственный.
2. Кузнецов Н. В. Радиационная опасность на околоземных орбитах и межпланетных траекториях космических аппаратов. – Текст: электронный. – URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/crd/crd3.htm> (дата обращения: 04.05.2022).
- 3.Заметка о специфике разработки электроники в космической отрасли. – Текст : электронный // [сайт]. – URL : <https://habr.com/ru/post/557986/> (дата обращения : 10.05.2022).
4. SUPERCAM [официальный сайт] / SUPERCAM. – Обновляется в течение суток. –URL: <https://supercam.aero> (дата обращения: 10.05.2022). – Текст: электронный.
5. СПУТНИКС [официальный сайт] / СПУТНИКС. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://sputnix.ru> (дата обращения: 10.05.2022). – Текст: электронный.

## **ОПТИЧЕСКИЕ СКАНЕРЫ В МЕДИЦИНЕ**

А.В. Кожевникова, Е.А. Чипизубова, Т.С. Берник, Е.В. Хлебникова  
ГБПОУ НСО «Новосибирский авиационный технический колледж  
имени Б.С. Галуцака»  
e-mail: [bernikts@gmail.com](mailto:bernikts@gmail.com)

*Современные 3D-сканеры представляют собой высокотехнологичные устройства, основным назначением которых является создание трехмерных моделей различного рода физических объектов. В данной*

*статье представлены результаты работы над созданием медицинских протезов и артрезов и имплантатов с применением технологии 3D сканирования с учетом индивидуальных особенностей человека.*

*Ключевые слова: сканер, структурированный свет, оптические камеры, проекционная система, артрез, биомедицина.*

Целью данной работы является рассмотрение принципов работы оптических сканеров и изучение возможности создания протезов и артрезов для человека.

На сегодняшний день существует огромное количество производителей сканеров, а самих технологий оцифровки поверхностей более десятка.

Наиболее популярными и распространенными технологиями являются дальнометрия, лазерная триангуляция и структурированная подсветка.

Технология структурированного света заключается в проецировании рисунка света на объект и фиксации, а также анализа его деформации. Проектор освещает сканируемый объект так называемым структурированным светом, представляющим собой сочетание полос или расположенных в шахматном порядке квадратов различной освещённости. Камеры фиксируют искривления полос и квадратов, затем полученные данные обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения и формируется 3D-модель объекта [1]. Основным недостатком оптической системы является то, что создание копий черных и блестящих объектов затруднено. Решением этой проблемы в 90 % случаев является использование специального спрея, который создает матовое покрытие на исследуемом объекте [2].

Проанализировав предложения рынка по 3D сканерам выбор был сделан в пользу ручного сканера Artec Eva, т.к. сканер имеет высокую точность, мобильность, небольшой вес, а также частоту до 16-ти кадров в секунду, автоматически совмещая их, встроенную диодную подсветку, что является абсолютно безопасным для сканирования биологических объектов.

Благодаря методам цифрового моделирования появилась возможность изготовления индивидуальных протезов по пациенту. Для этого необходимо отсканировать нужную часть тела (руки, ноги и т.д.) В процессе сканирования создаётся полигональная сетка, по которой в дальнейшем создаётся протез. В дальнейшем с помощью технологий 3D печати, компьютерная модель воплощается в реальную [3].

В данной работе дано краткое описание принципов работы оптических сканеров. Проанализирован рынок предложений по данным техническим устройствам. С помощью сканера Artec Eva отсканированы нижние конечности людей разной комплектации и создана модель протеза. Данные медицинские приспособления помогут людям быстрее реабилитироваться после серьезных травм, а некоторым и заново начать ходить.

### **Список литературы**

1. Art-Based Rendering of Fur, Grass, and Trees / M. A. Kowalski, L. Markosian, J.D. Northrup, L. Bourdev, R. Barzel, L.S. Holden, J.F. Hughes. 1999.
2. Борисенко Б., Ярошенко С. 3D-сканирование в интересах 3D-моделирования // Компьютер Price., 2004.
3. Edl M., Mizerák M., Trojan J. 3D LASER SCANNERS: HISTORY AND APPLICATIONS.– 2019.

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ЗНАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЕ И СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Д.М. Агеев, Ю.Б. Корчун, П.В. Петров  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
e-mail: [yulya-korchun@yandex.ru](mailto:yulya-korchun@yandex.ru)

*В работе рассматривается тема совершенствования представления знаний из области технологии оптического приборостроения в учебной печатной литературе и сети интернета. Предложен примерный перечень требований к современным учебным печатным изданиям. Приведены достоинства и недостатки применения сети интернет в профессиональном образовании.*

*Ключевые слова: технология оптического приборостроения, профессиональная информация, учебные издания, сеть интернета.*

Знания, приведенные в учебных изданиях «по технологии оптического приборостроения, часто носят обобщенный, вероятностный и декларативный характер. Достоверность таких знаний сомнительна, так как процедура и условия их вывода отсутствуют» [1].

Техническая литература последних 30-40 лет в области технологии оптического приборостроения представляет собой, в основном, переложение ранее напечатанных сведений просто в другой версии, другими словами и в других иллюстрациях. Отсутствуют размышления автора и занимательное описание поучительных производственных ситуаций. Их содержание – большой объём наукообразной информации, написанный «сухим» языком безальтернативной констатации. Даже в стандарте на оформление выпускных квалификационных работ СГУГиТ запрещено в тексте «применять обороты разговорной речи, техницизмы, профессионализмы» [2]. К сожалению, приводимые в изданиях аналитические зависимости зачастую грешат неполнотой информации.

В свою очередь, учебные издания другого периода (например, 30 - 60 г.г. XX века) обращали на себя внимание большей ответственностью в подаче информации и, в частности, стилем изложения. «Учёные люди прошлого века не считали зазорным в своих речах, мемуарах и диссертациях перемежать строгое повествование изобразительным, наследуя традиции предшествующих столетий, когда художественное, образное мышление ещё было преимущественным типом мышления» [3].

Ниже приведены два примера «художественности» и «образности» технических текстов прошлых лет изданий.

1. «Крупные царапины на полированной поверхности очень неприятны, так как уважающий себя оптик не хочет выпустить изделие с царапинами, которые, может быть, и не вредят качеству изображению, но, несомненно, являются нарушением эстетики...» [4].

2. «...не следует принимать все изложенное мною в книге за «абсолютную истину». Наоборот, желательно, чтобы молодые токари при чтении книги мысленно спорили с теми или иными предлагаемыми в ней решениями и доказали свою правоту в цехе за станком» [5].

Во многих учебно-производственных изданиях 30-60 г.г. XX века информация подробно излагалась и иллюстрировалась с акцентом на практические знания [4-7]. Позднее появились не менее полезные издания для научных работников с акцентом на математический аппарат и статистику [8].

Субъективным образом нами составлен примерный перечень требований к современным учебным изданиям, выполнение которых определяет качественный уровень этих изданий.

1. Наличие производственно-технологических примеров из практики действующего профильного предприятия (предприятий) с аналитикой и комментариями.

2. Описание решенных и (или) нерешенных проблемных ситуаций на производстве и в прикладной науке с постановкой аналитических учебных задач.

3. Наличие обширных и достоверных технологических зависимостей (в графическом или аналитическом видах) с указанием области их существования и условий вывода, а также статистических данных по разным аспектам изучаемой технологии.

4. Использование при изложении технической информации элементов «живого» разговорного и литературного языков.

5. Наличие представительного списка источников информации с обязательными ссылками на них в тексте.

6. Присутствие качественного иллюстративного материала, причем в большей мере графического, чем фотоматериалов.

7. Наличие электронных версий печатных изданий.

На сегодня, в сравнении с печатными изданиями, широкодоступным и более активно применяемым, в частности, для учебных целей, является интернет. Ниже определены достоинства применения сети интернет в профессиональном образовании.

1. Потенциальная возможность доступа к самой различной отечественной и международной информации, как к новой, так и «вчерашней».

2. Удобство электронного формата информации в сравнении с печатным видом (компактность хранения, бесплатность, комфортность восприятия, масштабируемость) особенно для молодого поколения.

3. Оперативность отклика сети интернет на поисковое предписание. Например, по запросу «технология» - 1,7 млрд. результатов за 0,63 сек.

4. Выбор нужной информации из предложенных вариантов, которую можно затем отредактировать при наличии редактора (отформатировать, выбрать и скомпилировать материал из разных источников).

5. Возможность оперативной передачи информации на любое доступное расстояние другому адресату в электронном виде при наличии электронной почты, и (или) распечатки найденной информации при наличии принтера.

Помимо достоинств авторами были определены недостатки применения сети интернет в профессиональном образовании.

1. Отсутствие контроля над достоверностью информации.

2. Отсутствие персональной ответственности за информацию.

3. Огромный объем информации, выданной интернетом в результате поиска, из которой будет востребована только мизерная часть.

4. Последовательность расположения ответов на поисковый запрос не упорядочена: первый ответ в списке не обязательно самый качественный.

5. Постоянная наполняемость сети интернет разнообразной информацией – не гарантия ее исчерпывающей полноты.

6. Медицинские и биологические противопоказания для пользователей.

7. Зависимость содержания полученной информации от особенностей формулировки поискового предписания.

Самый большой недостаток профессиональной информации, полученной с помощью интернета, состоит в отсутствии контроля над ее достоверностью.

### **Список литературы**

1. Корчун Ю.Б. Профессиональные знания по оптическому приборостроению: анализ, систематизация, цифровизация [Текст] // LХІХ региональная студенческая научная конференция, 5-10 апреля 2021 г., Новосибирск: сб. тезисов докладов : в 2 ч. Ч. 1. – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 234–235.
2. СТО СМК СГУГиТ 8-06-2021. Стандарт организации. Государственная итоговая аттестация выпускников СГУГиТ. Структура и правила оформления. – Новосибирск: 2021. – 69 с.
3. Кнаббе В. Фреза и её роль в современном машиностроении. Харьков, 1892. – 253 с.
4. Максutow Д.Д. Изготовление и исследование астрономической оптики. ОГИЗ, Л.-М., 1948. – 280 с.
5. Общадко Б.И. Технология токарной обработки. Профтехиздат. Москва, 1961. – 375 с.
6. Осипов В.А. Руководство по обработке оптических поверхностей / Под ред. проф. А.П. Афанасьева. Ред. Изд. отдел ВООМП. Ленинград, 1932. – 79 с.
7. Дэве К. Руководство по обработке точных оптических стёкол. Пер. с франц. П.Д. Радченко /Под ред. проф. В.П. Линника. ОНТИ-НКТП, Л.-М., 1934. – 176 с.
8. Старков В.К. Обработка резанием. Управление стабильностью и качеством в автоматизированном производстве. – М.: Маш., 1989. – 296 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВИДА СПЛАВА

П.Ф. Бжицких, В.П. Цыплаков, Т.В. Ларина  
Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
e-mail: larina\_t\_v@mail.ru

*В работе рассмотрены ускоренные методы приблизительного определения вида металла в домашних условиях. Экспресс-методы основаны на тех же или аналогичных реакциях, что и классические методы анализа. Несведущему человеку с первого взгляда достаточно сложно идентифицировать многие металлы и сплавы. Предварительное заключение можно сделать, воспользовавшись советами специалистов.*

*Ключевые слова: экспресс-метод, сплав, металлы, свойства.*

Металлы являются одними из самых широко используемых материалов в мире. Для металлов характерны такие свойства как плотность, прочность, выносливость, свариваемость, пластичность, электропроводность, возможность создания различных сплавов.

Актуальность данной темы определяется возможностью определения какой металл использован при изготовлении?

Целью данной работы является изучение экспресс-методов, т.е. простых и действенных технологий и способов определения металлов и сплавов в домашних условиях [1-2].

Задачи: ознакомиться со способами определения в домашних условиях таких металлов и сплавов, как платина, титан, медь, золото.

Платина – это металл, который применяют для создания не только ювелирных украшений. Подлинность платины в домашних условиях можно определить несколькими способами. Например, с помощью йода. При взаимодействии с платиной, йод темнеет. Чем выше проба металла, тем темнее йод, а после вытирания на изделии не должно оставаться разводов. Платина – тугоплавкий благородный металл, который невозможно расплавить обычной горелкой или огнем газовой плиты и после нагревания платина не меняет своего цвета (Рисунок 1).





*Рисунок 1 – Взаимодействие платины с йодом*

Титан – это самый коррозионностойкий металл, обладающий уникальными свойствами, высокой удельной прочностью и низкой плотностью.

Наиболее доступным методом, при отличии титана от других сплавов в домашних условиях, являются рисунки на стекле. Металл оставляет характерные несмываемые следы на стекле и кафеле. Достаточно прочертить острым концом металла по одному из указанных материалов и останутся именно следы, а не царапины. Другим идеальным способом как отличить титана является абразивный круг. Контакт титана с абразивом сопровождается россыпью искр насыщенно-белого цвета.

Медь и медные сплавы отличает красивый красно-розовый цвет. И поэтому визуальное восприятие данных сплавов является наиболее простым. Существует второй способ визуальной идентификации меди – патинирование меди. Чистая медь со временем окисляется на воздухе, это приводит к образованию зеленовато-голубого налета, т.е. патины. А сплав меди – бронза и патинированию не подвержена.

Также существуют доступные способы определения золота. Можно использовать и керамическую проверку золотых изделий. Необходимо провести по неглазированной керамической тарелке золотым изделием с лёгким нажимом. Если на тарелке появилась золотая полоса – изделие натуральное, чёрная – украшение [3].

Таким образом, мы выяснили самые простые и действенные методы проверки выбранных металлов. Считаём, что перечисленные методы являются весьма эффективными.

## Список литературы

1. Богодухов, С.И. Материаловедение : учебник / С.И. Богодухов, Е.С. Козик. – 2-е изд., доп. – Москва : Машиностроение, 2020. – 504 с. – ISBN 978-5-907104-39-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175262> (дата обращения: 28.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лахтин, Ю.М. Основы металловедения: учебник / Ю.М. Лахтин. – Москва : НИЦ Инфра-М, 2013. – 272 с. – Текст : электронный. – URL: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=363145> (дата обращения: 28.06.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Бондаренко, Г.Г. Материаловедение: учебник / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко ; ред. Г.Г. Бондаренко. – 2-е изд. – М. : Юрайт, 2016. – 358, [2] с. – ISBN 978-5-9916-2843-3. – Текст : непосредственный.

## РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ МЕТАЛЛОБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ

М.М. Кимаковский, М.П. Егоренко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
e-mail: [kimakovskij01@mail.ru](mailto:kimakovskij01@mail.ru)

*Авторами разработана компьютерная 3D-модель токарного станка Metal Master MML 2870, которая сможет предоставить возможность визуализировать работу оборудования, изучить основные детали и узлы. Рассматривается возможность использования технологии виртуальной и дополненной реальности для формирования у обучающихся лучшего представления о работе на производстве.*

*Ключевые слова: компьютерные 3D-модели, мультимедийные средства, токарный станок, обучение, технологии*

Образно-визуальное представление об объекте можно получить изучением самого объекта или его модели, а так же его отображениями, полученными мультимедийными средствами, а так же компьютерными средствами.

Компьютерные 3D модели, в процессе изучения, можно как разбирать на отдельные детали и узлы, так и собирать в единое изделие.

Преимущества обучения с использованием информационных технологий в виде применения 3D-моделей очевидны. В отличие от плоских статических изображений такие модели интерактивны: можно

выбрать любую точку обзора, сделать любые преобразования, прилагая минимум усилий.

Интерактивность компьютерных 3D-моделей означает, что обучающимся и преподавателям предоставляется возможность взаимодействия с этими средствами [1-4].

3D технология в значительной степени улучшает процесс обучения по многим преподаваемым в нашем университете дисциплинам, таким как Машины и технологическое оборудование, Оборудование оптических цехов, Технология сборки оптических приборов, Технология приборостроения и другим.

По этой причине была выдвинута идея создания модели токарного станка Metal Master MML 2870, которая сможет предоставить возможность обучающимся осмотреть станок с разных сторон, ознакомиться с основными узлами, а также получить представление о работе на станке и о технике безопасности.

Кроме того в будущем преподаватели получают возможность интерактивно воздействовать на эту модель, т.е. они смогут передвигать основные узлы станка, включать, выключать станок, менять режимы обработки, а так же визуализировать процесс изготовления деталей на станке.

В будущем рассматривается возможность использования технологии виртуальной и дополненной реальности для формирования у студентов лучшего представления о работе на производстве.

3D технологии широко используются в образовании:

- для визуализации сложных процессов;
- для написания обучающимися 3D проектов, презентаций и работ;
- специальные технологии для развития творческих и технологических способностей;
- здоровьесберегающие технологии, т.е. технологии позволяющие избежать травм при обучении;
- повышения мотивации обучающихся к получению новых знаний, повышение концентрации и внимания на занятиях, улучшение восприятия материала.

По результатам опроса 48 % учащихся очень плохо воспринимают информацию без наглядного учебного пособия, 31 % плохо воспринимает плоские 2D изображения с бумаги, 74 % были бы рады иметь возможность изучить материал на наглядном примере, что было учтено при разработке 3D модели токарного станка.

## Список литературы

1. <https://infourok.ru/d-tehnologii-v-obrazovatelnom-process-1827647.html>.
2. <https://infourok.ru/innovacionnie-sposobi-sovershenstvovaniya-kachestva-uchebnogo-processa-2339938.html>.
3. <https://www.blender.org>.
4. <https://blender3d.com.ua>.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

К.Н. Ухов, Е.Г. Бобылева

Сибирский Государственный Университет Геосистем и Технологий  
e-mail: uhovkvn@mail.ru

*В работе рассмотрены наиболее перспективные методы нанесения резистных покрытий, выявлены их достоинства и недостатки, определены перспективы применения таких методов в производственных условиях. Определено, что в настоящее время способ нанесения центрифугированием дает покрытия с самой однородной пленкой равномерной по толщине в пределах  $\pm 10$  нм. Ключевые слова: резистные покрытия, фотолитография, окунание, центрифугирование, аэрозольное распыление.*

Актуальность исследований заключается в определении наиболее перспективных методов нанесения резистных покрытий, которые смогут улучшить такие показатели как разрешающая способность резиста, толщина пленки резиста, выход годных изделий.

Цель исследований – определение положительных и отрицательных свойств различных методов нанесения резиста, перспективы применения таких методов в производственных условиях, поиск новых способов нанесения резиста.

Фотолитография – метод получения конкретного рисунка на поверхности материала, широко используется в микроэлектронике и других видах микротехнологий, в производстве шкал и сеток опико-электронных приборов и систем, является одним из основных приёмов планарной технологии, используемой в производстве полупроводниковых приборов.

Из всех способов нанесения фоторезистов в процессе фотолитографии (окувание, центрифугирование, аэрозольное распыление, нанесение валиком) доминирует центрифугирование как наиболее динамичный метод, дающий наиболее однородные пленки и обеспечивающий их равномерность по толщине в пределах  $\pm 10$  нм. Для высококачественных фоторезистов, используемых при оптическом экспонировании, для уменьшения лучевого разбега и исключения разделения фаз в пленке очень важен также правильный выбор растворителей и/или специальных добавок [1-5].

Можно отметить, что методы нанесения фоторезиста аэрозольным спреем и валиком также используются в промышленности, но они дают худшую однородность покрытий. Хотя преимуществом таких методов перед центрифугированием является большая экономия материала при использовании.

С экономической точки зрения центрифугирование – очень дорогостоящий способ нанесения покрытий. Из 10 мг нанесенного резиста (2,5 г сухого вещества) только 1 мг остается на пластине в виде пленки, потери же резиста составляют свыше 99,9 %.

Вакуумному испарению фоторезиста тяжело конкурировать с другими методами нанесения. Большинство резистов при нагревании «сшиваются», что препятствует дальнейшему испарению [6, 7].

Вывод данного исследования – в настоящее время способ нанесения центрифугированием дает покрытия с самой однородной пленкой. Для увеличения разрешающей способности резистных покрытий необходимо уменьшать толщину пленки. Но с уменьшением толщины возрастает количество дефектов покрытия. Повышение надежности и увеличение выхода годных будут связаны с дальнейшим снижением количества проколов в пленках, повышением чистоты поверхности приборов, возможностью точного управления условиями технологической среды. Разработка методов контроля толщины, статических и динамических методов определения окончания травления неопределима как для отладки технологического процесса, так и для оперативного контроля.

### **Список литературы**

1. Аваев, Н. А. Основы микроэлектроники / Аваев Н. А., Наумов Ю. Е., Фролкин В. Т. – М.: Радио и связь, 1991. – 288 с. – 70 000 экз. – ISBN 5-256-00692-4 - Текст : непосредственный.
2. Щука, А.А. Электроника. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 752 с. – ISBN 978-5-9775-0160-6.

3. Колесов, Л. Н. Введение в инженерную микроэлектронику. – М.: Советское радио, 1974. – 280 с. – 20 000 экз.
4. Моро У. Микролитография. В 2 ч. / У. Моро. М. : Мир, 1990. 1239 с.
5. Кручинин, Д. Ю. Использование обратной фотолитографии для формирования топологии на призмах / Д. Ю. Кручинин, О. Б. Яковлев // «Прикладная оптика – 2010». В 3 т. Т. 2. Оптические технологии и материалы. СПб. : ООР, 2010. С. 172–173.
6. Ведерников, В.М. Лазерная технология изготовления круговых шпал и кодовых дисков / Ведерников В. М. [и др.]. Новосибирск, 1986. 39 с.
7. Лавринцев, В.П. Введение в фотолитографию / под ред. В. П. Лавринцева. М. : Энергия, 1977. 400 с.

## ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК

И.Ю. Маслов, Е.Г. Бобылева

Сибирский Государственный Университет Геосистем и Технологий  
e-mail: [gormodon@gmail.com](mailto:gormodon@gmail.com)

*В работе приведены результаты анализа возникающих сложностей, проблем, задач, целей и этапов внедрения прогрессивного оборудования на предприятии на примере вакуумной технологической установки «ORTUS 700», позволяющей оптимизировать технологию получения оптических покрытий вакуумным способом, рассмотрены перспективные методы напыления покрытий.*

*Ключевые слова: вакуумное технологическое оборудование, вакуумное напыление, оптическое покрытие*

Внедрение прогрессивного оборудования на предприятии всегда будет вопросом, который должен требовать к себе особого внимания, так как это сложный и многоэтапный процесс. Чем сложнее и дороже оборудование, планируемое к закупке, тем проще совершить ошибку, которая будет влиять на конечный продукт не только в виде снижения качества изготовления, но и в виде увеличения себестоимости, что в целом отрицательно скажется на конкурентной способности готового изделия или, в худшем случае, невозможности выпуска конкретной

номенклатуры, на производство которой и было заказано оборудование [1, 2].

Целью исследования явилось изучение сопутствующих сложностей, проблем, задач, целей и этапов внедрения прогрессивного оборудования на предприятии на примере вакуумной технологической установки «ORTUS 700», выпускаемой белорусской частной научно-технической компанией ООО «Изовак», занимающейся разработкой и оптимизацией оптических покрытий, перспективными методами напыления покрытий и производством вакуумного технологического оборудования для нанесения оптических покрытий.

Вакуумное напыление оптических покрытий – это группа методов напыления тонких плёнок в вакууме на оптические детали, при которых покрытие получается путём прямой конденсации пара наносимого материала на подложку.

В начале пути по внедрению нового вакуумного технологического оборудования перед технологами и руководством организации встаёт основополагающий вопрос: «Какое именно оборудование необходимо закупить»? Для решения этой задачи нужно определить номенклатуру и объём выпуска деталей, которые будут изготавливаться на новом оборудовании. От этого напрямую будет зависеть объём рабочей камеры, диаметр купола для установки оправ с деталями, количество и мощность нагревателей для подогрева подложек, максимальная интенсивность источника ионного ассистирования, рабочие газы, конечные масса и габариты технологического оборудования [3].

После определения и утверждения этих параметров нужно выбрать непосредственно саму установку. Это тоже вопрос, требующий предельного внимания ко всем его аспектам, так как от производителя установки зависит то, насколько просто будет происходить доставка оборудования, как долго сможет осуществляться поддержка, стоимость обслуживания, удобство эксплуатации и качество установки. В этом вопросе отдельного внимания заслуживает экономическая сторона вопроса, если бюджет ограничен, то и удачного опыта внедрения может не получиться.

Также необходимо понять готов ли цех к принятию нового оборудования, готова ли энергосистема к дополнительной нагрузке, выдержат ли перекрытия массу, разведены ли все вспомогательные системы.

Вакуумное технологическое оборудование «ORTUS 700» подходило под конкретные задачи лучше всех своих конкурентов, поэтому было принято решение о покупке такого оборудования. Отдельная сложность заключалась в доставке до места эксплуатации. В состав оборудования

входят отдельные системы, требующие особых условий перевозки, такие как высоковольтная электроника, турбомолекулярный насос, монохроматор системы оптического контроля. Этим дорогостоящим компонентам нужно исключить вибрацию при перевозке, что при полной массе установки в 2,5 тонны накладывает некоторые ограничения на виды передвижения.

После того, как установка доставлена, подключена и проведены первые тесты показывающие, что технологическое оборудование полностью исправно, начинается запуск в производственные процессы предприятия, обычно на первых этапах помогает технолог – представитель предприятия-изготовителя, который консультирует операторов и технологов заказчика непосредственно по работе с установкой.

Таким образом, в современном мире вопрос внедрения прогрессивного оборудования на любом предприятии – это задача, которую невозможно решить однозначно и с гарантиями, теоретическая сторона вопроса будет всегда несколько отличаться от практической, чем более дороже и сложнее оборудование, тем более значимо будет это расхождение. Актуализация парка оборудования имеет огромную значимость на любом предприятии, развитие науки и техники диктует всё более жёсткие требования к изготовлению, как оптических деталей, так и любых других.

### **Список литературы**

8. Каледин, Б.Ф. Производство оптико-электронных приборов. /Каледин Б.Ф. Мальцев М.Д., Скороходов А. И.М.: Машиностроение, 1981. 98 с
9. Ефимов, И.Е. Основы микроэлектроники. М.: Высш. школа, 1983. 384 с.
10. Френель, О. Избранные труды по оптике / О. Френель; пер. с англ. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 608 с.



## РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ МАТЛАВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Н.И. Егоренко<sup>1</sup>, Е.А. Шумилов<sup>2</sup>, Т.В. Ларина<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики (СибГУТИ)

<sup>2</sup> Новосибирский государственный технический университет

<sup>3</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий (СГУГиТ)

[larina\\_tv@mail.ru](mailto:larina_tv@mail.ru)

*В данной работе приводятся результаты работы по определению принципов работы электронной схемы, с помощью которых выполнены расчеты в алгоритме программы и выведены результаты. Во время написания программы использованы различные возможности системы Matlab, такие как: циклы, массивы, функции, форматный вывод, работа с графиками и способы отладки программ.*

*Ключевые слова: электронная схема, алгоритм и отладка программы, возможности системы.*

При разработке главной программы для решения технической задачи были созданы 4 функции такие как: `program_input`, `calculation_In`, `calculation_Un`, `program_output`. Так же был использован бесконечный цикл для повтора расчетов, и вывода графика, показывающий характеристику схемы  $U_n=f(I_n)$ . `Plot(x, y)` – соответствует построению обычной функции, когда одномерный массив `x` соответствует значениям аргумента, а одномерный массив `y` – значениям функции. Ввод осуществляется с клавиатуры, после чего все данные записываются в текстовый файл `“program_input.txt”`. `A=fopen(filename, permission)` - открывает указанный файл под управлением `permission` (этот параметр принимает значение `‘r’`, если файл открывается для чтения, `‘w’` – для записи), `A` содержит идентификатор файла. Расчет `In` осуществляется с помощью формулы, выведенной ранее, данные берутся из файла `“program_input.txt”` с помощью команды `“fscanf. [value, count] = fscanf(A, format, size)` – читает форматлируемые данные из файла. `value` – результат считывания данных из файла; `count` – число прочитанных (записанных) данных; `A` – указатель на файл; `format` – формат чтения (записи) данных; `size` – максимальное число считываемых данных; Расчет множества значений `Un`, относительно `In` и `Rn`. Значения так же берутся из текстового файла `“program_input.txt”`. Запись результатов осуществляется в виде таблицы в текстовый файл

program\_output.txt с использованием форматного ввода “fprintf” и циклов с параметром “for”. Fprintf (A, format, a, b, ...) – записывает форматированные данные в файл.

В результате нами была создана функция для ввода (с запросом пользователя) значений параметров электрической схемы ( $R_1, R_2, R_3, R_4, E_1, E_2, E_3$ ) и количество расчетов тока в In (N) с последующим сохранением введенных значений в текстовый файл и передачи его потребителю, а также создана функция для расчета тока нагрузки In в зависимости от значений сопротивления нагрузки  $R_n$ .

### **Список литературы**

1. Mathworks Help Center Add Title and Axis Labels to Chart. (б.д.). Получено из [https://www.mathworks.com/help/matlab/creating\\_plots/add-title-axis-labels-and-legendto-graph.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/add-title-axis-labels-and-legendto-graph.html).
2. Mathworks Help Center ylabel. (б.д.). Получено из <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/ylabel.html> xlabel, М. Н. (б.д.). Получено из <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/xlabel.html>.
3. Закон Ома для участка цепи. (б.д.). Получено из <http://electricalschool.info/main/osnovy/1227-zakon-oma-dlja-uchastka-cepti.html>

## СЕКЦИЯ

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

### РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ЛИЦА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

А.А. Власенко, Д.В. Хан, А.Н. Поликанин  
СГУГиТ

*В настоящее время существует острая необходимость в обеспечении физической безопасности любого образовательного учреждения. В основном в защите нуждаются преподавательский состав и обучающиеся, но и важно помнить, что каждое учебное заведение имеет множество ценной информации, которую могут использовать злоумышленники в нелегитимных целях.*

На данный момент участились случаи террористических актов, увеличилось количество людей с неуравновешенным психическим состоянием, которые подвергают опасности не только себя, но и остальных.

На данный момент многие эксперты в области информационной безопасности уверены, что идеальной системы безопасности не существует и никогда не будет существовать, но наиболее надёжной и более подходящей под эти критерии, является – биометрическая система контроля доступом.

Целью нашей работы стало создание конкурентноспособного программного обеспечения системы контроля доступа по распознаванию лица.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) подбор способа и доступного оборудования для внедрения в образовательные учреждения;
- 2) разработка программного обеспечения, используя готовые инструменты из глобальной сети, и усовершенствование уже готовых технологий, учитывая все преимущества и недостатки;
- 3) апробация разработанного программного обеспечения в работу ВУЗа. В настоящей работе приводятся результаты разработки интегрируемой системы безопасности, которая индивидуально настраивается для предприятий различного профиля, в том числе образовательных учреждений.

Разработанная программа основана на глубоком машинном обучении с использованием компьютерного зрения. Разработка основана на искусственном интеллекте, а именно машинном обучении использующим компьютерное зрение.

1. Используя глубокое обучение на основе CNN модели мы имеем большую точность при распознавании конкретно взятого человека.

Свёрточная нейронная сеть (ConvNet/CNN) — это алгоритм глубокого обучения, который может принимать входное изображение, присваивать важность (изучаемые веса и смещения) аспектам или объектам изображения и отличать одно от другого. При этом изображения в сравнении с другими алгоритмами требуют гораздо меньше предварительной обработки. В примитивных методах фильтры разрабатываются вручную, но достаточно обученные сети CNN учатся применять эти фильтры/характеристики. Архитектура CNN аналогична структуре связей нейронов в мозгу человека, учёные черпали вдохновение в организации зрительной коры головного мозга. Отдельные нейроны реагируют на стимулы только в некоторой области поля зрения, также известного как перцептивное поле. Множество перцептивных полей перекрывается, полностью покрывая поле зрения CNN.

2. Используя `face_recognition`, система работает благодаря HOG каскаду

a) Обученный HOG-каскад для поиска лиц + машинерия для обучения HOG-каскадов (что отсутствует в OpenCV).

b) Поиск особых точек на лицах. Сам по себе HOG каскад работает иначе, чем Нааг. Он менее устойчивый, когда лицо не фронтально, но в разы более устойчивый, когда лицо расположено фронтально. Так как в большинстве задач интересны именно фронтальные лица, HOG подходит хорошо. Плюс, простое объединение HOG + Нааг из OpenCV значительно расширяют возможность детектирования лиц.

c) Поиск особых точек – очень интересная и важная технология. Существует множество проприетарных решений + множество открытых, но плохих. По-моему, `dlib` решение – одно из первых открытых и хороших.

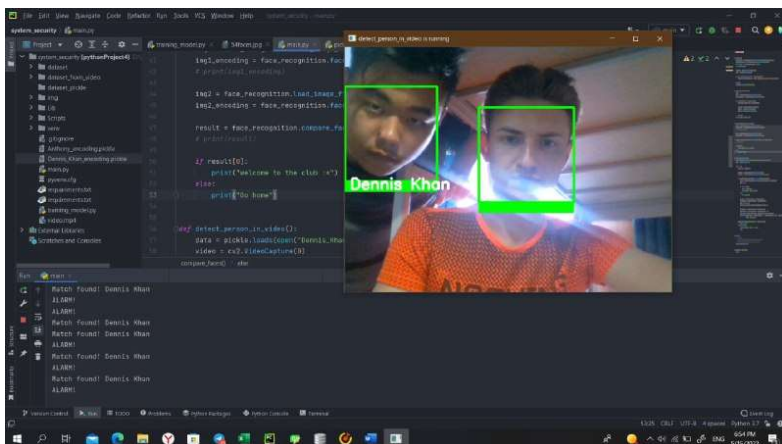
3. OpenCV — это open source библиотека компьютерного зрения, которая предназначена для анализа, классификации и обработки изображений.

Основными функциями разработанной системы являются:

- упрощённая система регистрации с помощью приложения. То есть, человеку достаточно иметь под рукой смартфон и скачанное приложение, через которое он сможет внести свои биометрические данные в базу. Во время регистрации, пользователю будет предоставлена подробная инструкция по внесению своих данных;
- система определения реального присутствия. Она не позволит человеку пройти по фотографии, так как система распознаёт не только лицо, а полную фигуру человека, после чего происходит поиск лица и дальнейших данных для определения;
- контроль времени присутствия сотрудника. Система может отсчитывать время нахождения человека в помещении до момента его выхода, а также сможет отобразить его сводку данных за определённый промежуток времени;
- контроль эмоций. Определение потенциально опасного человека по температуре тела и выражению его лица, для предотвращения внештатных ситуаций, на подобии терактов.

Система на данном этапе уже умеет распознавать лицо и позволяет осуществлять быструю идентификацию большого потока людей за короткий промежуток времени.

На рисунке 1 демонстрируется результат обнаружения объектов в кадре с последующим распознаванием лица, находящимся в базе данных.



*Рисунок 1 – Обнаружение объектов и распознавание лица, находящегося в базе данных*

В заключении следует отметить, что, разрабатывая эту систему, нашей основной задачей является обеспечение безопасности предприятия и их сотрудников. Созданное программное обеспечение работает в полном объеме, но требует еще ряд значительных доработок. Основные функции соответствуют представленным на рынке аналогам и в некоторых позициях превосходят их. Разработанная система адаптивна под предприятия различного профиля и уровня. Апробацию проводили на базе ФГБОУ ВО «Сибирского государственного университета геосистем и технологий». Система является одним из уникальных продуктов на рынке, так как имеет минимальное количество аналогов, по критерию структуры разработки и доступному ценовому сегменту, благодаря которому, каждое предприятие сможет приобрести и использовать в целях физической защиты людей и информации.

## АНАЛИЗ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

А.А. Кок, А.Н. Фионов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
aigulyakok@mail.ru

*В тезисе рассмотрен анализ нормативно-правовой базы для построения систем контроля и управления доступом.*

*Ключевые слова: СКУД, ГОСТ.*

Перед началом анализа нормативно-правовой базы для построения систем контроля и управления доступом (СКУД) необходимо дать определение понятию СКУД.

Согласно ГОСТ Р 54831-2011 «Системы контроля и управления доступом. Устройства преграждающие управляемые. Общие технические требования. Методы испытаний». СКУД – это совокупность средств контроля и управления доступом, обладающей технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью [2].

Такая формулировка не дает понимания всей картины рассматриваемого понятия. Если рассмотреть обширно, то СКУД – совокупность совместимых между собой аппаратных и программных средств, направленных на ограничение и регистрацию доступа людей,

транспорта и других объектов в их помещения, здания, зоны и территории.

В большинстве случаев СКУД включает:

- устройства преграждающие управляемые (УПУ). Например, двери, турникеты, шлагбаумы, ворота и др.

- устройства считывающие (УС), «считыватели». Например, устройства радиочастотной идентификации, дактилоскопические сканеры, устройства машинного зрения;

- контроллеры СКУД. Электронные микропроцессорные модули, реализующие аутентификацию объектов доступа, логику авторизации для доступа в те или иные помещения и области, управление УПУ;

- программное обеспечение СКУД. Необязательный элемент, позволяющий осуществлять централизованное управление контроллерами СКУД с персонального компьютера (ПК), формирование отчетов, разнообразные дополнительные функции;

- конверторы среды для подключения аппаратных модулей СКУД друг к другу и к ПК;

- вспомогательное неинтеллектуальное оборудование (блоки питания, кнопки), соединительные провода.

В Российской Федерации к нормативно-правовым актам в области информационной безопасности относятся:

а) Акты федерального законодательства:

- Международные договоры Российской Федерации;

- Конституция Российской Федерации;

- Законы федерального уровня;

- Указы Президента Российской Федерации;

- Постановления правительства Российской Федерации;

- Нормативные правовые акты федеральных министерств и ведомств;

- Нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и т. д.

б) Нормативно-методические документы государственных органов России:

- Доктрина информационной безопасности РФ;

- Руководящие документы ФСТЭК (Государственной технической комиссии России);

- Приказы ФСБ.

в) Стандарты информационной безопасности:

- Международные стандарты;

- Государственные (национальные) стандарты Российской Федерации;
- Рекомендации по стандартизации;
- Методические указания.

Работа по реализации нормативной базы и стандартов в области комплексных и интегрированных систем безопасности (СКУД, СОТ, ОПС) ведется техническими комитетами (ТК) Федерального агентства «Росстандарт» [3].

Первую редакцию стандарта на СКУД приняли в 1998 году. Инициатором его разработки выступил в середине 90-х гг. НИЦ «Охрана» МВД РФ, а проводил разработку российский технический комитет по стандартизации ТК 234 «Системы тревожной сигнализации и противокриминальной защиты».

Государственный стандарт СКУД - ГОСТ Р 51241-2008 «Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний» разработан НИЦ «Охрана» при МВД России. К работе над стандартом ней активно подключились специалисты государственных и коммерческих организаций, чья деятельность касается сферы обеспечения безопасности, в частности СКУД.

Данный стандарт распространяется на системы и средства контроля и управления доступом (СКУД), предназначенные для предотвращения несанкционированного доступа людей, транспорта и других объектов в зону (из зоны) доступа (здания, помещения, территории, транспортные средства) в целях обеспечения антикриминальной защиты. В стандарте проведено уточнение объекта стандартизации. Понятие «система» (системы контроля и управления доступом) в нем рассматривается только как продукция промышленного (серийного) производства, выпускаемая предприятиями и предназначенная для поставки или непосредственной продажи потребителю (заказчику) [1].

Стандарт ГОСТ Р 54831-2011. «Системы контроля и управления доступом. Устройства преграждающие управляемые. Общие технические требования. Методы испытаний» распространяется на вновь разрабатываемые и модернизируемые преграждающие управляемые устройства, входящие в состав систем контроля и управления доступом по ГОСТ Р 51241 или работающие автономно и предназначенные для ограждения прохода людей [2].

### **Список литературы**

1. ГОСТ Р 51241-2008 Национальный стандарт Российской Федерации. «Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация.



Общие технические требования. Методы испытаний» (утв. и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 17.12.2008 N 430-ст). – Текст : электронный // Консультант Плюс : [сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 16.04.2022).

2. ГОСТ Р 54831-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. «Системы контроля и управления доступом. Устройства преграждающие управляемые. Общие технические требования. Методы испытаний» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 N 1223-ст) – Текст : электронный // Консультант Плюс : [сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 20.04.2022).

3. Приказ Росстандарта от 30.07.2018 № 1600 «Об утверждении Программы национальной стандартизации на 2018 год». – Текст : электронный // Консультант Плюс : [сайт]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения 16.04.2022).

## ОСНОВНЫЕ МЕРЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕЖИМ КОММЕРЧЕСКОЙ ТАЙНЫ

Д.С. Константинов, Е.А. Овчинникова  
Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, [d7hdmk@gmail.com](mailto:d7hdmk@gmail.com)

*Статья представляет собой анализ основ режима коммерческой тайны. В ней приведены основные нормативно-правовые акты, к которым необходимо обращаться при создании и поддержании режима коммерческой тайны. Перечислена документация организации, регламентирующая правила обращения с информацией представляющей коммерческую тайну. А также основные программно-аппаратные и физические средства защиты информации, обеспечивающие режим коммерческой тайны.*

*Ключевые слова: коммерческая тайна, правовые аспекты, организационные аспекты, технические аспекты, режим коммерческой тайны.*

Когда речь идёт об информации представляющей коммерческий интерес, то есть утечка её повлечёт за собой убытки для организации, необходимо говорить о коммерческой тайне. Для защиты коммерческой тайны в организации необходимо применить комплекс правовых,

организационных и технических мер, то есть ввести режим коммерческой тайны.

На территории Российской Федерации основным законом в области коммерческой тайны является Федеральный закон от 29.07.2004 N 98-ФЗ «О коммерческой тайне». В нём содержатся основные определения и требования к режиму коммерческой тайны. Также он включает в себя информацию о том, какие сведения не могут быть включены в коммерческую тайну.

Для обеспечения ограничения доступа к информации, необходимо обращаться к другим нормативно-правовым документам:

1) Федеральный закон "Об информации, информационных технологиях и о защите информации" от 27.07.2006 N 149-ФЗ;

2) ГОСТ Р 50922–2006 «Защита информации. Основные определения» и ГОСТ Р 53114–2008 «Защита информации. Обеспечение информационной безопасности в организации. Основные термины и определения»;

3) методический документ утвержден ФСТЭК России 05.02.2020 «Методика оценки угроз безопасности информации»;

4) указ Президента РФ от 06.03.1997 N 188 (ред. от 13.07.2015) "Об утверждении Перечня сведений конфиденциального характера";

5) ГОСТ Р 50.1.056–2005 «Техническая защита информации. Основные термины и определения».

Для функционирования режима коммерческой тайны в организации, необходимы организационные меры, направленные на поддержание этого режима. К организационным мерам, прежде всего, относится документация, которая регламентирует правила обращения с информацией представляющей коммерческую тайну. В первую очередь, необходимо понимать какая информация должна быть защищена, по этой причине должен быть перечень информации составляющей коммерческую тайну, утверждённый руководителем организации. Также в организации создается номенклатура должностей, в которой отмечаются должности и количество, замещающих эти должности работников, допущенных к работе с коммерческой тайной. Далее, разрабатывается положение о коммерческой тайне. Оно должно содержать:

1) определения основным терминам, которые будут использоваться в положении;

2) действия связанные с коммерческой тайной, которые должен совершать генеральный директор;

3) какая информация будет относиться к коммерческой тайне;

4) требования для включения работников в число сотрудников имеющих допуск к коммерческой тайне, а также условия удаления работника из перечня;

5) описание организационных, правовых и технических средств обеспечения защиты коммерческой тайны;

6) обязанности сотрудников, связанные с коммерческой тайной;

8) какую ответственность будет нести сотрудник в случае не соблюдения норм установленных положением.

Также необходимо установить порядок нанесения на носители информации, представляющую собой коммерческую тайну, грифа «Коммерческая тайна». Согласно статье 10 Федерального закона «О коммерческой тайне» гриф обязан содержать:

- 1) текст “Коммерческая тайна”;
- 2) полное название организации;
- 3) адрес организации [1].

Наряду с правовыми и организационными мерами стоят технические меры обеспечения режима коммерческой тайны. Под ними, прежде всего, понимаются программно-аппаратные средства защиты информации.

При технической защите информации используются такие средства как:

- 1) антивирусы;
- 2) межсетевые экраны;
- 3) DLP (системы защиты от утечек информации) [2];
- 4) SIEM (системы управления событиями информационной безопасности) [3];
- 5) средства защиты от несанкционированного доступа;
- 6) IDS (системы обнаружения вторжения) [4];
- 7) системы резервного копирования и восстановления данных.

Также к техническим мерам обеспечения коммерческой тайны относятся средства физической защиты информации. К ним относятся:

- 1) сейфы для хранения информации представляющую коммерческую тайну;
- 2) специально оборудованная комната для переговоров;
- 3) средства предотвращения взлома корпусов и краж оборудования;
- 4) системы контроля и управления доступом.

Впоследствии рассмотренные правовые, организационные и технические меры представляют собой политику безопасности коммерческой тайны. А она в свою очередь, прежде всего, направлена на снижение рисков организации связанную с утечкой коммерческой

тайны и минимизацию влияния функционирования режима коммерческой тайны на основную работу организации. Именно по этой причине политика информационной безопасности коммерческой тайны, является важной для организации.

### **Список литературы**

1. Федеральный закон от 29.07.2004 N 98-ФЗ (ред. от 09.03.2021) "О коммерческой тайне".
2. Что такое DLP–система и для чего она используется? [Электронный ресурс] // Bitcor: [сайт]. [2020]. URL: <https://bitcor.ru/monitoring/dlp-sistemy> (дата обращения: 10.04.2022).
3. SIEM системы (Security Information and Event Management) – что это и зачем нужно? [Электронный ресурс] // Security Vision: [сайт]. [2020]. URL: <https://www.securityvision.ru/blog/siem-cto-eto-i-zachem-nuzhno/> (дата обращения: 11.04.2022).
4. IDS (система обнаружения вторжений) [Электронный ресурс] // Энциклопедия «Касперского»: [сайт]. [2021]. URL: <https://encyclopedia.kaspersky.ru/glossary/ids-intrusion-detection-system/> (дата обращения: 13.04.2022).

## **РИСКИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТРАНЗАКЦИЙ В СЕТИ RIPPLE**

Скосырская Е.В., Фионов А.Н.

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
[Fionov@sibguti.ru](mailto:Fionov@sibguti.ru)

*Любой человек на планете может связать себя с любым другим всего за шесть условных рукопожатий. Сетевые ученые давно изучают этот феномен, используя его для отправки открыток и электронных писем по всему миру.*

*В основе этих сетей лежат связи, которые люди устанавливают друг с другом, и тот факт, что связи между друзьями и единомышленниками намного прочнее, чем связи между незнакомцами.*

*Исходя из этого возникает интересная возможность: вместо того чтобы отправлять открытки или электронные письма по этим надежным каналам связи, почему бы не использовать их для отправки денег? Мы можем заключить сделку с другом, который*

*заключает сделку со своим другом, и так далее, пока деньги не дойдут до адресата.*

*Оказывается, такая финансовая сеть уже существует в виде Ripple. Ключевые слова: связи, транзакции, сеть Ripple, иллюз, уязвимости, риск.*

*Anyone on the planet can connect with anyone else in just six conditional handshakes. Network scientists have long studied this phenomenon, using it to send postcards and e-mails around the world.*

*These networks are based on the connections people make with each other, and the fact that bonds between friends and like-minded people are much stronger than those between strangers.*

*This raises an interesting possibility: instead of sending postcards or emails through these trusted communication channels, why not use them to send money? We can make a deal with a friend who makes a deal with his friend, and so on until the money reaches the recipient.*

*It turns out that such a financial network already exists in the form of Ripple.*

*Keywords: connections, transactions, Ripple network, gateway, vulnerabilities, risk.*

Ripple - это компания на криптовалютной платформе, занимающаяся платежными системами. Благодаря разработке токена XRP, который входит в десятку крупнейших криптовалют в мире, что позволяет ему размещаться на большинстве торговых площадках, компания Ripple смело называет свой цифровой актив инструментом осуществления платежей по всему миру.

Так как отношения между пользователями Ripple строятся на доверии, эта открытость также позволяет развиваться уязвимостям. Исследователи из университета Purdue обнаружили, что, хотя ядро сети остается высоколиквидным, структура также позволяет атаковать определенные узлы сети, чтобы лишить некоторых пользователей доступа к средствам. Фактически, около 50 000 кошельков могут быть подвергнуты риску в случае такой атаки. Однако исследователи считают, что тот факт, что им удалось обнаружить слабые места в системе Ripple, на самом деле является положительным моментом, поскольку в традиционном мире банковского дела часто не хватает прозрачности в этом отношении. Выявив эти слабые места, разработчики Ripple смогут заняться их устранением.

В сети Ripple не используется система доказательства выполнения работы (PoW), как в биткоине, или система доказательства ставки (PoS). Вместо этого для подтверждения баланса счетов и транзакций в системе транзакции опираются на протокол консенсуса. Консенсус работает для улучшения целостности системы, предотвращая двойное расходование средств.

Пользователь Ripple, инициирующий транзакцию с несколькими шлюзами, но пытающийся отправить одни и те же деньги в шлюзовые системы, получит удаление всех транзакций, кроме первой. Отдельные распределенные узлы решают путем консенсуса, какая транзакция была совершена первой. Подтверждение происходит мгновенно и занимает примерно пять секунд. Поскольку нет центрального органа, который бы решал, кто может создавать узлы и подтверждать транзакции, платформу Ripple можно назвать децентрализованной.

Ripple использует посредника, известного как шлюз, в качестве звена в цепи доверия между двумя сторонами, желающими совершить транзакцию. Шлюз выступает в качестве кредитного посредника, который принимает и отправляет валюту на публичные адреса в сети. Любой человек или предприятие может зарегистрировать и открыть шлюз, который дает право действовать в качестве посредника для обмена валют, поддержания ликвидности и перевода платежей в сети.

Держа баланс на шлюзе, пользователь подвергается риску контрагента - риску, который присутствует и в традиционной банковской системе. Если шлюз не выполнит свои обязательства, пользователь может потерять стоимость своих денег, хранящихся на этом шлюзе. Поэтому пользователи, не доверяющие шлюзу, могут заключать сделки с доверенным шлюзом, который в свою очередь заключает сделки с "недоверенным" шлюзом. Таким образом, транзакция будет проведена через доверенный, или сертифицированный на кредитоспособность, шлюз.

Ripple отслеживает все обязательства в данной валюте для любого пользователя или шлюза. Возможность отслеживания можно назвать как преимуществом, так и недостатком. С одной стороны, это позволяет узнать о причинах задержки операции, а также проверить ее данные. С другой стороны, это негативно влияет на анонимность. Персональные данные пользователя могут храниться в базах Ripple или у банка, через который клиенты отправляют деньги. Таким образом, при наличии разрешения можно отследить личность отправителя. А это полностью противоречит сущности криптовалют.

Транзакций, происходящие между кошельками, общедоступны в консенсусной бухгалтерской книге Ripple. Но даже если история финансовых транзакций публично записывается и становится доступной на блокчейне, эти данные не привязаны к идентификатору или счету какого-либо физического или юридического лица. Однако публичная запись всех сделок делает информацию восприимчивой к мерам по деанонимизации.

Одним из важных показателей здоровья финансовой системы является ее ликвидность - насколько легко совершить транзакцию. По этому показателю Ripple демонстрирует хорошие результаты. Ядро сети - шлюзы, многие из которых являются обычными финансовыми учреждениями - высоколиквидны.

Также при моделировании эффекта удаления из сети важных узлов, таких как шлюзы, можно увидеть, что это имитирует некую злонамеренную атаку или более широкий финансовый крах. В этом случае кошельки, подключенные только к этим шлюзам, оказываются изолированными без доступа к своим средствам или к другим кошелькам.

Значительное количество кошельков уязвимо таким образом. Около 50 000 кошельков очень уязвимы к нарушению работы всего лишь 10 кошельков и их кредиты на шлюзах находятся под угрозой. Решение простое - эти кошельки должны стать более подключенными.

Это интересная работа, которая показывает как устойчивость такого рода сети, так и ее слабость. Способность выявлять слабые места - это первый шаг к их устранению.

Действительно, неспособность выявить слабые места - одна из основных проблем, связанных с традиционным миром банковского дела. По этой причине у Ripple и других подобных ей сетей, несомненно, многообещающее будущее.

## Список литературы

1. Почему транзакция Ripple обошла по скорости Биткоин?. — Текст : электронный // blockchainwiki : [сайт]. — URL: [https://blockchainwiki.ru/pochemu-tranzaktsiya-ripple-oboshla-po-skorosti-bitcoin/#\\_XRP](https://blockchainwiki.ru/pochemu-tranzaktsiya-ripple-oboshla-po-skorosti-bitcoin/#_XRP) (дата обращения: 20.04.2022).
2. XRP Ledger. — Текст : электронный // xrpl : [сайт]. — URL: <https://xrpl.org/concepts.html> (дата обращения: 20.04.2022).
3. Макрушин Д. А., Анализ рисков ИБ. — Текст : электронный // lib.itsec : [сайт]. — URL: <https://lib.itsec.ru/articles2/Oborandteh/analiz-riskov-ib> (дата обращения: 20.04.2022).

## ИССЛЕДОВАНИЕ DLP РЕШЕНИЙ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Р.А. Смирнов<sup>1\*</sup>, Г.В. Попков<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий,  
г. Новосибирск, Российская Федерация

\*e-mail: [smirroma98@mail.ru](mailto:smirroma98@mail.ru)

*В настоящее время мировой рынок DLP решений трансформируется скоротечно. Потребности клиентов часто зависят от спецификации их деятельности, но если до недавнего времени основным требованием был сбор архивов для расследований, то теперь они представляют собой графики связей, поведенческого анализа и упреждающих действий по снижению рисков. Для чего нужна система DLP, каждый объект информатизации изначально решает самостоятельно и ставит перед собой определенные цели, но в процессе работы, в зависимости от желания и способности работать с системой, ориентиры также могут менять ценность системы, соответственно, расти или падать. Данная статья посвящена исследованию достоинств и недостатков широко распространенных DLP решений в телекоммуникационных системах.*

*Ключевые слова:* информационная безопасность, DLP, телекоммуникационные системы.

*Currently, the global DLP solutions market is transforming rapidly. The needs of clients often depend on the specification of their activities, but if until recently the main requirement was to collect archives for investigations, now these are communication graphs, behavioral analysis and proactive actions to reduce risks. What a DLP system is needed for, each informatization object initially decides independently and sets certain goals for itself, but during operation, depending on the desire and ability to work with the system, benchmarks may change and the value of the system, respectively, grow or fall. This article is devoted to the study of the advantages and disadvantages of widespread DLP solutions in telecommunication systems.*

*Keywords:* information security, DLP, telecommunication systems.

Главной задачей DLP (Data Leak Prevention – «предотвращение утечки данных») является анализ передаваемой информации по всем возможным каналам, выявление случаев несанкционированной передачи конфиденциальных данных, их блокировка и т.д. [2].

Подобные системы позволяют снизить уровень инцидентов информационной безопасности как в корпоративных информационных



системах, так и в государственных структурах. Указанные системы относятся к системам, связанным с обработкой больших данных, учитывая возможности современных алгоритмов, работающих с big-data, использование подобных систем позволит контролировать инсайдеров в различных коммерческих и государственных организациях.

Цель работы: «Анализ и практика применения DLP решений на объектах информатизации».

На сегодняшний день существует множество DLP решений такие, как:

1. InfoWatch Traffic Monitor;
2. Zecurion DLP.

Все вышеперечисленные DLP решения имеют свои достоинства и недостатки, а также практику применения на объектах информатизации. В связи с чем, возникает необходимость в проведении анализа.

Сравнительный анализ DLP решений проводился по следующим критериям: системные требования, режимы работы, режимы перехвата информации, возможности интеграции, мониторинг и защита агентов, производительность и отказоустойчивость, контроль действий корпоративных пользователей, поиск конфиденциальной информации в сети предприятия, возможные реакции на инцидент, аналитические возможности, хранение.

### **InfoWatch Traffic Monitor**

Данная DLP-система предотвращает утечку конфиденциальной информации на основе полного анализа содержимого информационных потоков, надежно работает при больших нагрузках. Система "улавливает" сложные текстовые и графические объекты, причем даже в том случае, если нарушителю удалось существенно изменить их и замаскировать свои действия. Анализируя многомерный контент, система DLP понимает, какая информация обсуждается [1].

InfoWatch Traffic Monitor имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: расширенная функциональность, передовые технологии анализа трафика, поддержка нескольких языков, большое количество предустановленных конфигураций и политик для различных отраслей. Отличительными особенностями решения InfoWatch являются единая консоль управления, создание ролей пользователей (администратор безопасности, руководитель объекта информатизации и т.д.);

б) недостатки: отсутствует контроль за действиями пользователей на рабочих станциях.

### **Zecurion DLP**

Решение Zecurion DLP предотвращает потерю конфиденциальной информации и контролирует каналы утечки данных из корпоративной сети. Zecurion DLP обеспечивает защиту от случайных утечек, связанных с небрежностью клиентов, а также от преднамеренных утечек, основанных на личных интересах сотрудников. Данное DLP позволяет формулировать правила реализации политик информационной безопасности, отслеживать их выполнение и немедленно выявлять нарушителей. [3].

Zecurion DLP имеет следующие достоинства и недостатки:

а) достоинства: расширенные функциональные возможности, модульность, встроенная справочная информация о веб-ресурсах, передовые технологии анализа трафика, гибкая система отчетности;

б) недостатки: сложный интерфейс и средства анализа перехваченной информации, недостаточная интеграция между отдельными модулями, высокая стоимость.

Важнейшим элементом систем подобного класса являются системы основанные на сборе обработки больших данных, проблематика использования таких систем заключается в правильной интерпретации и ситуативном анализе поведения объектов контроля, в связи с эти возникает ряд проблем, которые необходимо решать системам подобного класса|:

- 1) Система должна удовлетворять требованиям по уровню ложных срабатываний по возникающим инцидентам информационной безопасности.
- 2) Формирование статистики для создания онтологий по инцидентам информационной безопасности. Формированию статистики по поведенческим моделям субъектов наблюдения для систем DLP.
- 3) Система должны обладать возможностью прогнозирования с элементами обучения систем принятия решений (например, на основе систем искусственного интеллекта).
- 4) Обладать хорошей управляемостью и масштабируемостью, иметь возможность сбора информации по различным информационным системам, различного назначения.
- 5) Быть кроссплатформенными с поддержкой всех существующих операционных систем, включая ОС специального назначения.

Для дальнейшего распространения подобных систем требуется разработка более прозрачной, право применимой законодательно –

правовой базы которая позволит применять подобные системы в масштабе не только корпоративного сектора, но и на ГИС структурах.

### **Заключение**

Исходя из проделанной работы, при исследовании широко распространенных DLP решений, были определены как достоинства, так и недостатки. В связи с этим, можно сделать вывод о том, что с учётом достоинств и недостатков, использовать разные DLP решения для каждой определенной телекоммуникационной системы.

### **Список литературы**

1. Защита информации от утечки, DLP- система Infowatch Traffic Monitor: официальный сайт - Россия, Москва URL <https://www.infowatch.ru/products/traffic-monitor> (дата обращения: 10.04.2022) Текст: электронный. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Обзор DLP-систем на мировом и российском рынке: официальный сайт - Россия, Москва URL [https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology\\_Analysis/DLP\\_market\\_overview\\_2021](https://www.anti-malware.ru/analytics/Technology_Analysis/DLP_market_overview_2021) (дата обращения: 12.04.2022) Текст: электронный. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Обзор функциональных возможностей Zecurion: официальный сайт - Россия, Москва URL <https://www.anti-malware.ru/reviews/Dozor-Jet-DLP> (дата обращения: 16.04.2022) Текст: электронный. - Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## **ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЗНАЧИМЫХ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ В ВУЗАХ**

**А.Ю. Солдатов, Е.Ю. Солдатов, В.С. Скориков, Д.Н. Титов**

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
[dglasman@mail.ru](mailto:dglasman@mail.ru)

*В статье поднимается вопрос безопасности ЗОКИИ в высших учебных заведениях; рассматриваются способы и меры защиты сети университета от злоумышленников. Данная тема является актуальной в современное время – ведь информационная безопасность высших учебных заведений призвана в первую очередь обеспечить сохранность обрабатываемых персональных данных работников,*

*студентов и абитуриентов. Тем более, если в университете занимаются научными исследованиями, которые относятся к отраслям, указанных в №187-ФЗ.*

*Ключевые слова: информационная безопасность, высшее учебное заведение, критическая информационная инфраструктура, кибер-атака, объект КИИ.*

В прошлом году заголовки об утечках данных банков, соцсетей, интернет-сервисов, программ для телефонов часто встречались в лентах новостей. Все понимали, что ничего благоприятного в этом нет, но весь масштаб проблемы полностью оценить было сложно.

Цели кибератак обширны: они совершаются не только на органы власти и бизнес, в их прицел попадают и система образования, и вузы. Чаще всего кибератакам подвергаются объекты критической информационной инфраструктуры (КИИ): информационные системы, информационно-телекоммуникационные системы, автоматизированные системы управления государственных учреждений и компаний, которые функционируют во всех областях жизнеобеспечения городов, субъектов и всей страны, что доказывают события последних лет [1].

Многие высшие учебные заведения могут относиться к субъектам критической информационной инфраструктуры, так как кроме образовательной деятельности, они проводят финансируемые и инициативные научные исследования. Для этого используется различное научное программное обеспечение, например, «Mathcad» и «AnyLogic», которое может моделировать системы любой сложности. Также в структуре университетов могут находиться структурные подразделения, которые имеют возможность заниматься научной деятельностью [2]. Реализация кибератак на объектах КИИ может привести к серьезным последствиям.

У злоумышленника могут быть разные мотивы вторжения в сеть университета. К примеру, у него есть цель скомпрометировать научные разработки и исследования. Еще одной причиной вторжения может быть остановка образовательного процесса путем частичного/полного разрушения электронной информационно-образовательной среды вуза.

Таким образом, информационные системы многих высших учебных заведений нужно защищать, так как они являются субъектами критической информационной инфраструктуры [3].

Для решения данной проблемы нами был предложен способ организации защиты локальной сети университета с использованием

таких средств защиты информации (СЗИ), как VipNet Coordinator, IDS NS, TIAS и xFirewall (Рисунок 1).

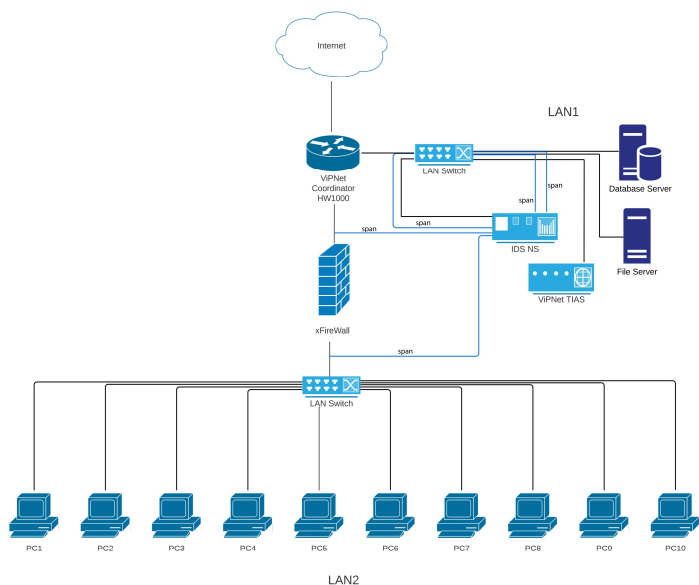


Рисунок 1 — Схема защиты локальной сети ВУЗа

Вторжение в сеть извне, что представлено на рисунке 1, будет сильно затруднено благодаря внедрению указанных выше СЗИ. Попыткам вторжения внутри сети препятствуют IDS NS и xFirewall. Применение ПАК TIAS помогает выявлять инциденты на основе анализа событий информационной безопасности.

Идеальной системы не существует, пока в этой системе находится человек. Нами был изучен вопрос, как усовершенствовать системы защиты в технической области. Включение в сеть различных СЗИ (например, решения компании Инфотекс) является одним из оптимальных решений по защите инфраструктуры вуза.

Нынешняя ситуация в мире даёт ясное видение того, как использование различных методов вторжения может нанести ущерб организациям, в том числе образовательным учреждениям с последующей остановкой образовательного процесса.

## **Список литературы**

1. Информационная безопасность высших учебных заведений. – Текст: электронный // ИТ-Энигма: официальный сайт – 2021. – URL: <https://it-enigma.ru/resheniya/vuzi/> – (дата обращения: 03.05.2022)
2. Категорирование объектов критической информационной инфраструктуры // Фундаментальные и прикладные научные исследования: официальный сайт – 2019. – URL: <https://naukaip.ru/wp-content/uploads/2019/06/МК-572-2.pdf> – (дата обращения: 03.05.2022)
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 8 февраля 2018 г. N 127 // ФСТЭК России: официальный сайт – 2018. – URL: <https://vk.cc/cd8TP5> – (дата обращения: 03.05.2022)

## СЕКЦИЯ

## АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШКОЛ-ИНТЕРНАТОВ, АДАПТИРОВАННЫХ ПОД ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

А.С. Азарова, М.И. Акимова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», alena.azarova99@gmail.com

*В работе, нацеленной на выделение и систематизацию планировочных и архитектурных особенностей проектируемых школ-интернатов, адаптированных под инклюзивное образование, осуществляется анализ исторического развития инклюзивного образования и систематизируется информация, полученная из опыта отечественного и зарубежного проектирования. Научная новизна темы заключается в ознакомлении с перспективными направлениями в области проектирования школ с включением инклюзивного образования, сборе информации в единый блок и формировании принципов проектирования школ-интернатов с доступностью для детей с ОВЗ.*

*Ключевые слова: школа-интернат, инклюзивное образование, проектирование, градостроительные нормы, адаптация.*

Актуальность рассматриваемой в научной работе темы основывается на рассмотрении вопроса об адаптации зданий различного функционального назначения для людей с разными категориями инвалидности. В особенности это касается образовательных учреждений, многие из которых все еще не позволяют детям с ограниченными возможностями (ОВЗ) учиться и воспитываться наравне со сверстниками.

Термины «образование» и «педагогика» берут свое начало в V–IV веках до н.э. в Древней Греции и дословно переводятся как «детоводство» или «детовожделение». Они имели буквальное значение – водить детей, однако со временем это значение стало меняться и уже рассматривалось как «использование знаний о ребенке для более эффективного воспитания и обучения». И только в XVII веке великий чешский педагог Ян Амос Коменский расширил понятие, оставив в его основе заложенную суть – процесс воспитания, но раскрыв его сущность, цели и задачи, подчеркнув закономерности воспитания, а

также утвердив роль педагогики в жизни общества и в развитии личности в целом.

И если раньше процесс получения образования распространялся на господ и людей, занимающих особое положение в обществе, то в наше время он размыл свои границы и стал рассматриваться как «всеобщий» и «вседоступный».

Основываясь также на дифференцированном подходе к образованию, Генеральная Ассамблея ООН в 1959 году приняла году «Декларацию прав ребенка», в которой прописано, что дети, неполноценные в физическом, психическом или социальном отношении, должны обеспечиваться специальным режимом, образованием и заботой, необходимыми в связи с их особым состоянием. Однако в 1960 году принятая ЮНЕСКО «Конвенция о борьбе с дискриминацией в области образования» утвердила новое положение: принцип недопустимости дискриминации и право каждого человека на образование вне зависимости от достатка и физических возможностей. Так началась новая эра: адаптация образовательного процесса под людей с ОВЗ – инклюзивность.

Обращаясь к опыту зарубежного и отечественного проектирования, можно проследить ряд общих факторов, присущих такому процессу адаптации зданий. Школа №593 со статусом инклюзивности в Санкт-Петербурге [1] по своему композиционному решению экономична как в строительстве, так и в эксплуатации. Связи между отделенными друг от друга группами помещений минимальны, что является большим плюсом для обучающихся, передвигающихся посредством инвалидной коляски. Школа-интернат для детей-сирот в Кожухово [2] впечатляет своей яркой архитектурой и функциональным зонированием, обеспечивающим инсолируемость здания. A Wells Public School в Торонто, Канада [3], объединяет архитектурный дизайн с экологическими характеристиками. Классы спроектированы таким образом, чтобы максимизировать попадание солнечного света, а их фасады спроектированы по принципу эффективного дневного освещения, но также защиты от чрезмерного воздействия солнца.

Особенностью школ, адаптируемых под инклюзивную систему образования, является учет всех видов ментальной человеческой деятельности (восприятие, адаптация, игра, учеба) и их концентрация в ограниченном архитектурном пространстве. В этом смысле подход к проектированию таких пространств отражает социально-психологическую природу современного образовательного процесса.

Объемно-планировочная структура инклюзивной школы должна включать следующие группы помещений [4]:



а) группу учебных помещений:

- блоки начальных классов (БНК);
- блоки средних классов;
- блоки старших классов.

б) группу общешкольных помещений:

- блок специализированных учебных классов (компьютерные классы, кабинеты черчения, лаборатории и т.д.);
- блок помещений спортивного зала;
- блок учебно-производственных мастерских;
- блок актового зала;
- пищевой блок;
- медицинский блок (кабинеты индивидуальной работы с учащимися по развитию зрительного, слухового восприятия, лечебно-восстановительной физкультуры);
- блок вспомогательных и хозяйственных помещений;
- блок административных помещений.

При выборе участка для проектирования школы-интерната необходимо обеспечить надежную защиту от факторов, влияющих на здоровье учащихся и персонала: источники громкого шума и источники загрязнения. Место не должно быть слишком людным и шумным, не следует располагать здание школы вдалеке от остановок общественного транспорта и зданий общественного назначения.

Также можно выделить следующие территориально-градостроительные принципы:

- расположение объекта в открытой среде города (взаимосвязь с окружающей социальной средой);
- интеграция в окружающую среду (учет прилегающей к месту проектирования застройки и ландшафта);
- формирование особой среды, проникающей внутрь объекта, посредством разнообразия существующего ландшафта.

А также принцип адаптивности (соответствие современным условиям), взаимосвязь внутренних и внешних пространств и формирование общественных мест с учетом уникальности объекта и контекстной связи интерьера с экстерьером [5].

Подводя итоги, можно отметить, что адаптация образовательных учреждений под инклюзивную систему – это многофакторный, сложный, но обязательный процесс, который должен сопровождать современное проектирование образовательной среды с целью обеспечения достойного образа жизни и возможностей образования для детей с инвалидностью.

## Список литературы

1. Мархелева М. А. Тенденции формирования архитектурных объектов на основе инклюзивного образования: специальность 6М042000 «Архитектура»: автореферат диссертации на соискание академической степени магистра архитектуры / Мархелева Мария Андреевна; Восточно-Казахстанский государственный технический университет. – Усть-Каменогорск, 2011. – 75 с.
2. Змеул А. Школа-интернат для детей-сирот в Кожухове // Проект Россия. – 2007. – №3. – С. 68–69.
3. Thomas L. Wells Public School. Baird Sampson Neuert Architects.
4. Клочко А. Р., Топаева П. А. Современные тенденции в архитектурном проектировании инклюзивных школ // Строительство: наука и образование. – 2021. – Т. 11. – Вып. 3. – С. 2.
5. Butler N. High School Campus design elements for outdoor-based education amenities // Kansas State University, Manhattan, Kansas. – 2013. – P. 31–33.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОБЪЕКТОВ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

И.Э. Аленин, Л.А. Максименко

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий», [alenin-i@mail.ru](mailto:alenin-i@mail.ru)

*В работе рассматривается опыт применения технологий информационного моделирования для технической инвентаризации объектов недвижимости на примере создания информационной модели многоквартирного жилого дома. Выполнен сравнительный анализ и сделаны выводы по применению зарубежных и отечественных программ, практикоориентированных на BIM и ТИМ технологии. Ключевые слова: BIM, ТИМ, техническая инвентаризация, объекты капитального строительства, технический паспорт, Renga, Revit.*

Информационная модель объекта капитального строительства - совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства,

реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства [1]. Важным аспектом взаимодействия информационных систем являются форматы электронных документов, размещаемых в них. Так, например, законодательно закреплено, что электронные документы размещаемые в государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства (ГИС ЖКХ [2].) подготавливаются в следующих форматах: нормативные правовые акты - в виде текстовых файлов в формате PDF или PDF/A; иные текстовые документы - в виде текстовых файлов в формате PDF, .doc, .docx или RTF; документы в виде таблиц также могут размещаться в формате .xls, .xlsx; графические материалы - в виде файлов в формате JPEG или TIF [3]. При разработке технического паспорта для объектов различного назначения предусмотрены аналогичные форматы технической документации.

В настоящее время набирает обороты информационное моделирование зданий, основанное на подготовке 3D моделей в разных системах и форматах, поэтому вопросы применения технологий информационного моделирования для решения задач технической инвентаризации объектов капитального строительства и подготовки соответствующей документации, представляют собой актуальную задачу, имеющую большое практическое значение. Проведение технической инвентаризации чаще всего связано с актуализацией информации по объекту капитального строительства после ввода его в эксплуатацию, капитального ремонта, перепланировки, переоборудования или реконструкции. Применение технологии информационного моделирования позволяет наглядно и понятно демонстрировать полученную информацию об объекте в ходе подготовки документации по результатам проведения полевых и камеральных работ технической инвентаризации.

Нахождение оптимального подхода для применения технологий информационного моделирования при проведении инвентаризации объектов недвижимости является целью данной работы.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- рассмотрены теоретические аспекты применения информационного моделирования для целей подготовки документации по технической инвентаризации объектов капитального строительства;
- создана информационная модель объекта капитального строительства в отечественной и зарубежной программах;

- проведен анализ применения современных отечественных и зарубежных программ информационного моделирования для технической инвентаризации объектов недвижимости.

Рассмотрим процессы информационного моделирования для целей инвентаризации. Информационная модель объекта может быть получена несколькими путями: от застройщика или проектной организации, либо создана «с нуля» на основе архивных 2D чертежей или на основе проведения обмерных работ по разработанным абрисам [4].

В данной работе создание информационной модели объекта недвижимости для целей инвентаризации производилось на основе архитектурно-строительных чертежей. Были созданы модели в отечественных и зарубежных программах на основе плана этажа многоквартирного дома. В качестве отечественной программы по информационному моделированию взята Renga 5.0, в качестве зарубежной – Revit 2021. На основе 3D модели произведена подготовка поэтажного плана, востребованного при подготовке технического паспорта и технического плана объекта недвижимости. При создании информационной модели и оформлении поэтажного плана в Revit были разработаны семейства окон, дверей, марки площади и условных обозначений. В этой программе был создан шаблон для оформления графической части технического паспорта и технического плана; создан новый тип размерных стилей.

В связи с проведением политики импортозамещения в России разрабатываются собственные программные продукты, основанные на BIM-технологии. Актуальностью данной работы является сравнительный анализ применения отечественных и зарубежных программ информационного моделирования для технической инвентаризации объектов недвижимости. В ходе моделирования были выявлены положительные и отрицательные стороны как у зарубежной программы, так и у отечественной. Разберем положительные и отрицательные стороны данных программ на примере создания стен, окон, дверей, условных обозначений и спецификаций. Относительно процесса создания стен программы находятся на одинаковом уровне, однако, стоит заметить, что у Renga нет возможности создавать проемы сложной формы и профили вырезания в стенах. Относительно моделирования дверей и окон Revit выигрывает за счет более гибкого создания семейств (параметризация видимости, размеров; возможность создания вложенных семейств, в том числе в виде условных обозначений и т.д.), в Renga таких возможностей пока нет. Относительно создания условных обозначений Revit тоже выигрывает

за счет возможности создания семейств условных обозначений с гибкой параметризацией. Но вот относительно создания спецификаций лучше себя показала Renga. В ней не только можно создавать единую спецификацию, где будут представлены разные категории моделей (например, одновременно двери и окна), но и загружать спецификации из вне, также в Renga более гибко настроен процесс оформления спецификаций, Revit же лишен таких возможностей. Таким образом, можно сделать вывод, что абсолютного преимущества перед отечественной программой у зарубежной программы нет. Также хотелось отдельно отметить, что Renga была создана лишь в 2015 году, но уже смогла опередить по некоторым позициям зарубежный аналог (история Revit начинается с 2000 года). Также она менее требовательна к техническим характеристикам персонального компьютера. В ней без потери производительности можно работать с большими (относительно занимаемой памяти компьютера и геометрическому пространству) информационными моделями.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что полноценное применение технологий информационного моделирования для технической инвентаризации объектов недвижимости возможно при интеграции BIM, ГИС и ГИСОГД, а также при изменении системы хранения, сбора, обработки информации, получаемой в ходе проведения технической инвентаризации.

### **Список литературы**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: федер. закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 24.04.2020). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Текст: электронный.
2. Федеральный закон от 21.07.2014 N 209-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "О государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства" Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Текст: электронный.
3. Приказ Минкомсвязи России N 88, Минстроя России N 203/пр от 23.03.2015 "Об утверждении форматов электронных документов, размещаемых в государственной информационной системе жилищно-коммунального хозяйства"(Зарегистрировано в Минюсте России 10.04.2015 N 36833) Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс». – Текст: электронный.
4. Максименко, Л. А. Информационное обеспечение инфраструктурных объектов при проведении учетно-регистрационных действий / Л. А. Максименко, О. С. Дудинова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64. – № 5. – С. 584-591. – DOI 10.30533/0536-101X-2020-64-5-584-591. – EDN LIRRAH.

## МОДЕЛЬ СОВРЕМЕННОГО ЯДРА НОВОГО ГОРОДА

М.В. Астафьев, Н.В. Боровикова  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», borovikova21@mail.ru

*В докладе рассматривается специфика формирования современного городского ядра. В процессе анализа примеров градостроительной практики и в процессе разработки модели малого города использован проектно-исследовательский подход, что отражается в выстраивании последовательной методологии проектирования малого населенного пункта.*

*Ключевые слова: новый город, малый город, градостроительство, градопроектирование, городское ядро.*

Замкнутость городских систем подразумевает под собой, зачастую, совмещение функциональных зон, что вызывает образование огромных территориально-пространственных кластеров, в которых отсутствует функциональное разнообразие, что в свою очередь затрудняет дальнейшее развитие кварталов. И даже несмотря на то, что функциональные зоны собраны вместе, это не исключает проблемы планировочного характера, вызывающее отсутствие взаимодействия на квартальном уровне. Все эти факторы накладываются друг на друга и вызывают дефицит необходимых условий, таких как отсутствие общественно-коммуникационных пространств, малое количество рабочих мест рядом с домом, малое количество коммерческих зон для комфортного существования человека [1, 2].

Главным критерием для разработки современных концепций является закладывание в ядро путей развития. Этот критерий довольно обширен, но основные подзадачи, которые в него входят: перспективы дальнейшего развития на уровне застройки территории; комфорт отдельного сосуществования кластерных образований; связанность кластеров; транспортная доступность и др. [3].

Итак, подводя итог стоит повторить все шаги по определению городского ядра: создание единой градостроительной сетки, что позволит закладывать перспективы развития в масштабах страны; выбор спецификации градообразующего предприятия; увеличение центральных моделей города, что даст запас для дальнейшего развития; создание удобной дорожно-транспортной сети, предоставляющей хорошую связь кварталов из-за пространственных барьеров;

предусмотреть возможность внутриквартального развития, что в дальнейшем поможет избегать точечного неравномерного развития.

### **Список литературы**

1. Roggema, R. Research by Design: Proposition for a Methodological Approach. Urban Sci. 2017, 1, 2: [Электронный ресурс] // Статья. – URL: <https://doi.org/10.3390/urbansci1010002> (дата обращения 19.09.2021).
2. Бондаренко И.А. Архитектурно-градостроительная наука как основание инновационного творчества / И. А. Бондаренко // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2016 году: сборник научных трудов РААСН / Российская академия архитектуры и строительных наук. М.: Издательство АСВ, 2017. С. 50-53.
3. Стандарт комплексного развития территорий: [Электронный ресурс] // Информационный портал. – URL: <https://xn--d1aqf.xn--plai/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/> (дата обращения 16.03.2021).

## **АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

А.А. Асташова, О.О. Смолина

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [a.astashova@edu.sibstrin.ru](mailto:a.astashova@edu.sibstrin.ru)

*Какую среду можно назвать комфортной? Как среда воздействует на человека? Какие аспекты влияют на формирование комфортной среды? Какие факторы нужно учитывать при формировании среды в условиях застроенной территории?*

*Научное исследование направлено на создание комфортной среды жизнедеятельности при использовании комплексного подхода в рамках реконструкции квартала. Положительным эффектом является выявление аспектов, влияющих на формирование комфортной среды.*

*Ключевые слова: Городская среда, комфортная среда, формирование среды.*

Комфортная городская среда – это городское естественно-природное пространство в определенных административных границах и совокупность застройки этого пространства зданиями и сооружениями, наполнение его предметами и знаками, позволяющими в полной мере удовлетворить индивидуальные и социальные потребности населения для повышения качества жизни горожан [1].

Все мы интуитивно понимаем, что не среда подстраивается под человека, а человек подстраивается под среду. Поэтому огромная ответственность лежит на плечах проектировщика, формирующего пространство, ведь от него будет зависеть, будет ли инфраструктура удовлетворять потребности человека и будет ли она включать в себя все необходимые функции для жизнедеятельности человека. Но одно дело, когда формируешь пространство с чистого листа и совсем другое дело, когда ты пытаешься адаптировать уже существующую, устоявшуюся инфраструктуру согласно новому видению городского пространства. Для примера возьмем уже устоявшуюся среду города Новосибирск.

Город Новосибирск является третьим в России по демографическим показателям численности населения - на территории города проживает около 1,5 млн. человек [2]. Особенностью города является высокие темпы его развития, почти за 100 лет Ново-Николаевск стал мегаполисом.

Однако, высокие темпы роста г. Новосибирска напрямую повлияли на территориальное и транспортное планирование города, в связи с чем на сегодняшний день наблюдается ряд проблем, связанных с транспортными и планировочными аспектами, недостаточным уровнем благоустройства и озеленения города и др.

Вместе с транспортными проблемами выявлены и другие проблема города: ухудшение экологической ситуации в городе (в частности, процент загрязнения воздуха увеличивается с каждым годом; наблюдается фитопатология древесных растений и общее ухудшение природы города), низкий уровень благоустройства (так, покрытие улиц и дорог подвергаются саморазрушению из-за увеличения нагрузки постоянного передвижения, а также из-за отсутствия должной эксплуатации; отсутствуют малые архитектурные формы (далее МАФ) в местах массового скопления людей для длительного и кратковременного отдыха, кроме этого дворовые и парковые пространства лишены МАФ для маломобильных групп (далее ММГ) и необходимым инструментарием для ММГ (тактильные полосы, пандусы, МАФ для ММГ и др.). Резюмируя, следует отметить, что с повышением демографических показателей, возросли потребности граждан к формированию комфортной среды жизнедеятельности.



Поэтому для урегулирования проблем инфраструктуры мегаполиса предлагается учитывать: дизайн код, озеленение, благоустройство всех видов городских пространств. Отсюда сформировались следующие рекомендации.

Научно-практические рекомендации по формированию графического дизайна города:

*Дизайн-код* - это свод правил и рекомендаций по размещению и оформлению вывесок, наружной рекламы, охране фасадов зданий и архитектурных ансамблей, установки и стилистики иных элементов городской среды [3]. В зависимости от стилистических решений, а также от функционального назначения здания должен быть предложен набор комбинаций шрифтов, их место расположение на здании (с учётом восприятия, освещения и т.д.), а также цвет текста и их взаимодействие с архитектурной средой

Научно-практические рекомендации по повышению качества и репрезентативности озеленения города:

Мероприятия по формированию *экоустойчивого озеленения города* – это крайне важный и трудоемкий процесс, нацеленный на повышение экологии города, а также на формирование комфортной среды жизнедеятельности. В научном исследовании, были определены зоны, которые нуждаются в дополнительном озеленении: общественные места (торговые центры, больницы, театры и т.д.); придомовая территория и детские учреждения (школы, детские сады и т.д.); рекреационные зоны (парки, скверы, заповедники и т.д.) и зоны улиц. Крайне важно подбирать растения с учетом их экологических паспортов, микроклиматических условий произрастания, аллелопатии, декоративных аспектов – темпы роста, жизненный цикл, период цветения, вид, форма кроны и др.:

Научно-практические рекомендации по благоустройству территорий:

*Малые архитектурные формы (МАФ)* – это элементы благоустройства, которые созданы для декоративного и утилитарного характера. Они служат важным дополнением в структуре городского пространства, отвечает за комфортное времяпрепровождение, и является связующим элементом между ландшафтом и архитектурой. при выборе МАФ необходимо учитывать стиль пространства, назначения МАФ – для длительного или кратковременного отдыха, учитывать эргономические требования к предметному наполнению и антропологические аспекты, а также сочетаемость МАФ с архитектурой и ландшафтом, а также- с покрытием. Комплексный подход предполагает учёт и материала, и цвета и фактуры и т.д., кроме этого,

нельзя забывать про доступную среду, каталог МАФ необходимо расширить приспособленными для маломобильных граждан оборудованием, и обязательно включать тактильные полосы безопасности.

Как следствие в формировании комфортной среды учитывали и визуальный комфорт, безопасность, доступность среды, эргономику, МАФ и т.д.

### **Список литературы:**

1. Яковлева М.А. Комфортная городская среда: определение понятия и анализ подходов к ее оценке. – Санкт-Петербург, 2018.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Новосибирской области. – URL: <https://novosibstat.gks.ru> (дата обращения: 21.04.2022).
3. Дизайн код: правила размещения вывесок в городе Новосибирск// URL: <http://green.novo-sibirsk.ru/default.aspx?> (дата обращения: 21.04.2022).

## **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА СРЕДСТВАМИ КОНФИГУРАЦИОННОГО АНАЛИЗА**

**Е.Д. Бегей**

**ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», [Lizakx@mail.ru](mailto:Lizakx@mail.ru), [zelenoestvo@mail.ru](mailto:zelenoestvo@mail.ru)**

*Градостроительное проектирование базируется на принципах, способах и методиках формирования устойчивой среды жизнедеятельности человека, которые со временем подвергаются изменениям под воздействием новых научных исследований, охватывающих, как технологические инновации, так и социокультурные особенности общества.*

*Отсюда очевидна значимость пополнения отечественных научных знаний зарубежными течениями, теориями и практиками. Конфигурационная теория «Пространственного синтаксиса» (пер. с англ. «Space Syntax») может считаться ценным ресурсом для отечественной научной школы, исследующей городскую морфологию.*

*Ключевые слова: конфигурационная теория, пространственный синтаксис.*

Теоретические и практические инструменты теории «Space Syntax» [1], опирающиеся на физические параметры пространств, выводят анализ пешеходных структур и интеграцию застройки на новый качественный уровень. Благодаря данной теории стало возможным рассматривать все открытые пространства, где осуществляют свою активность пешеходы, как целостную конфигурацию, где характер движения может быть обусловлен не только целью достичь пункта назначения, но и иными факторами, например, прогулками жителей, занятием спортом на открытом воздухе, отдыхом или даже самой конфигурацией.

Одна из задач конфигурационной теории пространственного синтаксиса (Space Syntax), сформулированной Биллом Хиллером, является поиск взаимосвязи между формой городских открытых пространств с показателями видимости и поведением человека. На основе ряда исследований были сформулированы функции, описывающие поведение людей, которые легли в основу программного обеспечения Depthmap [2].

Отечественные исследования не предлагают конфигурационного анализа [3], большая часть исследований, которые рассматривали пешеходные пространства, представляют пешеходное движение как поток из точки А в точку Б, в то время как существуют исследования, что феномен движения более сложный комплекс социальных активностей, где имеет место быть не только целеполагание, но и специфический выбор.

По результатам исследования выявлены принципы пространственной теории:

1. Пространство непрерывно.
2. Конфигурация имеет прямое влияние на распределение аттракторов, аттракторы имеют косвенное влияние на конфигурацию.
3. Влияние конфигурации на аттракторы (аттракторами могут считаться различные типы землепользования или функциональные зоны, которые получают большую выгоду от наличия движения, они же способны генерировать движение, например, розничные магазины.) и функции первично, а обратное влияние вторично.
4. Существует процесс «метрической интеграции», что создает экономию движения в локальной сети.

5. Принцип эффективной модели представления. Сегментная карта для крупных масштабов пространств, пространственная карта для малых масштабов.

6. Принцип проверки корреляции с действительностью посредством натуральных обследований по разработанной методологии.

7. Принцип комплексной интерпретации данных.

В исследовании представлены основные виды анализа пространственной теории, и подробно описаны те, что берут за основу входных данных пространственную карту.

В ходе работы выявлены основные параметры, которые следовало бы использовать в разработке метода классификации: пространственная связность, потоковость, наименьший луч, наибольший луч, изменчивость. Но всё ещё необходимо практически определить пороговые значения для более точной интерпретации данных.

В ходе теоретического исследования также определены ограничения конфигурационной модели, с которой возможно работать на данном этапе развития программного обеспечения: 1) невозможность учета рельефа; 2) случайность агентного моделирования; 3) невозможность учитывать выбор агентов, основанный не на пространственных показателях; 4) проблема больших пространств и проблема коридоров; 5) недостаточная функциональность базового программного обеспечения и необходимость совместного использования с другими программами.

В рамках работы сформирована гипотеза для будущих исследований, которая заключается в практической пользе аналитического аппарата пространственной теории в определении метрической, топологической или интеграционной целостности локально-целостных градостроительных образований, перечисленных в работе А.Е. Гашенко [4].

### **Список литературы**

1. Hiller B. The Social Logic of Space / Bill Hiller – London: Cambridge University Press, 2008 – 296 p.
2. Turner, A., Depthmap 4 - A Researcher's Handbook / Alasdair Turner – London: Bartlett, School of Graduate Studies, 2004 – 50 p.
3. Hiller B. Space is the machine: A configurational theory of architecture / Bill Hiller – London: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015 – 370 p.
4. Гашенко А.Е. Формирование базовых градостроительных образований в структуре г. Новосибирска: дис. ... канд. архитектуры 18.00.01 / Гашенко Антон Евгеньевич - Новосибирск, 2018 – 257 с.

## ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРОВЕЛЬ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Р.В. Войтов, Н.А. Истомина  
ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный университет»,  
slan.ru123@mail.ru

*В работе были определены специфические черты понятия «эксплуатируемая кровля», обозначена проблема возможности использования крыши для объектов разного назначения, выявлены проблемные аспекты воздействия факторов внешней среды на функционирование эксплуатируемых кровель и проанализированы перспективы в решении предполагаемой проблемы.*

*Ключевые слова: эксплуатируемая кровля, плоская крыша, всесезонное функционирование, факторы внешней среды, адаптация.*

Актуальность темы исследования заключается в возможности использования значительного по площади пространственного ресурса крыш для объектов разного назначения, а также в выявлении препятствующих этому проблем воздействия факторов внешней среды на функционирование эксплуатируемых кровель.

На основе существующего определения термина «эксплуатируемая кровля» были сформулированы его специфические черты. Объекты, расположенные на кровле, в большей степени подвержены влиянию погодных условий из-за повышенной отметки уровня. Малые архитектурные формы, навесы, мебель вступают во взаимодействие с конструкцией и композицией сооружения. Эксплуатируемая часть крыши может характеризоваться открытостью, либо быть преобразована в условно или частично закрытое пространство.

В ракурсе описанных особенностей были рассмотрены основные варианты использования кровли: формирование мест рекреации, озеленение, обустройство элементов транспортной системы [1].

Выявление проблем функционирования этих объектов производилось по принципу систематизации, основанном на выделении следующих климатических факторов:

1. Осадки. В связи с повышением отметки уровня, увеличивается количество осадков, повышаются нагрузки на конструкции, усложняется процесс уборки снега и водоотведения. Для предотвращения негативного влияния данного фактора может быть эффективным создание навесов; планировочное решение, предусматривающее габариты уборочной спецтехники и места для

складирования снега, применение снегорастапливающих установок; подбор материалов, обладающих повышенной влагостойкостью [2].

2. Ветер. Увеличение скорости ветра с высотой уровня кровли требует создания ветрозащитных средств в виде заслонов с учетом преобладающего направления ветра, а также придание архитектурно-дизайнерским элементам аэродинамичной формы [2].

3. Солнечная радиация. Воздействие этого фактора также усиливается на большой высоте, для его нейтрализации создаются различные затеняющие устройства, элементы охлаждения [2].

4. Температурный режим. Понижение температуры с повышением высоты приводит к необходимости создания доступных для посетителей полузакрытых и закрытых пространств с источниками тепла, к определению оптимальных расстояний между ними, к выбору материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами [2].

По причине того, что существует необходимость в организации взаиморасположения, перемещения, хранения упомянутых средств, был проведен анализ способов адаптации кровли к условиям внешней среды, в результате чего было выделено 2 вида адаптации: статическая и динамическая. Статическая адаптация требует реконструкции объекта, что может быть затруднительным для объектов, расположенных на крышах [3]. Динамическая адаптация включает следующие принципы:

1. Эволюционное преобразование. При экспансии для кровли появляется возможность для увеличения количества видовых площадок на город с одной стороны, с другой: требуется учет усиливающегося с высотой влияния факторов уличной среды [3].

2. Трансформация. Введение трансформируемых конструкций на крышу может позволить избежать затруднений при их транспортировке, монтажно-демонтажных работах, эксплуатации, обеспечить максимальное время задействования объекта за счет смены его функции при неизменности локации [3].

3. Мобильность. Мобильные элементы также оказываются практичными при адаптации кровли как к факторам внешней среды, так и к смене функциональной направленности объекта. Однако появляется потребность в отведении площади для их хранения [3].

В практике преобразования крыш в полноценные объекты городской среды выработаны различные средства адаптации к условиям погоды, апробированы трансформируемые архитектурно-дизайнерские элементы, позволяющие изменять свою конфигурацию, что может стать перспективным направлением при создании всесезонных общественных пространств на крышах зданий.

## Список литературы

1. Евтушенко И.И., Тютин А.Д., Нуриев В.Э., Согомонян С.А. Технология проектирования эксплуатируемых кровель в условиях плотной городской застройки // Инженерный вестник Дона. Ростов-на-Дону, 2019.
2. Климат и архитектура: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. Т.В. Харлантов. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.
3. Сапрыкина Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре. - Москва: Архитектура-С, 2005. - 312 с.

## ЭТАПЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В СССР В 20 ВЕКЕ И КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА)

У.С. Дашкова, Е.В. Мещерякова, Г.И. Лесных  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячков»,  
galinaivanovna.61@mail.ru

*Экология и инфраструктура современных промышленных городов не всегда соответствует потребностям жителей в комфорте. В данной работе определены основные этапы строительства промышленного города, факторы, влияющие на разработку плана города, причины и последствия недостатков в планировании, предложен вариант комфортной городской среды.*

*Ключевые слова: градостроительство, генеральный план, жилищная застройка, микрорайон, строчная система застройки, лучевая система застройки, факторы градостроительства.*

Градостроительство – это теория и практика планировки и застройки городов. В основе градостроительства лежат три важнейших социальных фактора – труд, быт и отдых населения.

Основой застройки города является генеральный план – научно обоснованный перспективный план развития города. На его определение оказывают влияние место города в системе расселения, природно-климатическая характеристика выбранной территории, профиль и величина градообразующей группы предприятий и т.д.

Реализация данных положений нашла своё отражение в застройке и развитии города Новокузнецка как одного из крупнейших

промышленных центров страны, возникших в 20 веке. В 1929 году началось строительство Кузнецкого металлургического завода. Возникла необходимость обеспечить строителей завода и рабочих подходящим жильем.

1 этап. 1930-1940гг.

В 1931–1934 под руководством немецкого архитектора Эрнста Мая был разработан первый проект планировки Новокузнецка на 83 тысячи жителей. План предусматривал систему застройки строчную, с меридиальной постановкой домов торцами на улицу. В 1933 году новый генеральный план, предусматривающий прямоугольную сетку улиц, наметил «скелет» центральной части города [1].

2 этап 1941-1945гг.

Строительство города было прервано Великой Отечественной войной. К этому времени преобладающую часть жилой застройки составляли упрощенные бараки каркасно-засыпного типа без коммунальных удобств.

3 этап 1945-1950гг.

Новокузнецк – единственный город в Сибири с лучевой системой генерального плана. Главной задачей стало создание транспортной системы для растущего города, которая утром позволит быстро доставить тысячи рабочих на заводы, а вечером – домой.

4 этап 1950-1970гг.

В 1950 году был утвержден новый генеральный план Новокузнецка с расчетным сроком до 1970 года. Город получил четкую схему зонирования всей территории. В 1954 году прошло всесоюзное совещание строителей, на котором было принято решение о переходе на индустриальный путь отрасли строительства и освоении новой технологии панельного строительства, что позволило увеличить скорость жилой застройки. В 1963 году «Кузбассгражданпроект» приступил к разработке нового генерального плана Новокузнецка, удовлетворяющего растущим потребностям города в связи с введением в строй Западно-Сибирского металлургического комбината. Был принят вариант освоения новой территории в районе села Ильинка на 250 тыс. человек [2].

5 этап 1970-1990гг.

В этот период перед архитекторами стояла задача отработки проблемы центра города как места культуры и отдыха горожан.

6 этап 1990-2020гг.

Генеральным планом выделяются 15 планировочных районов, предусмотрена дифференцированная стратегия их функционального развития [3].



Основным фактором планирования города стал профиль и величина градообразующих предприятий без учета природно-климатических условий, что привело к возникновению экологических проблем, волнующих жителей города.

При разработке новых микрорайонов, представляющих собой комплекс жилых домов и учреждений бытового обслуживания, примыкающих к транспортным магистралям, также необходимо учитывать потребности горожан, что позволит сделать территорию более комфортной для проживания (Рисунок 1).

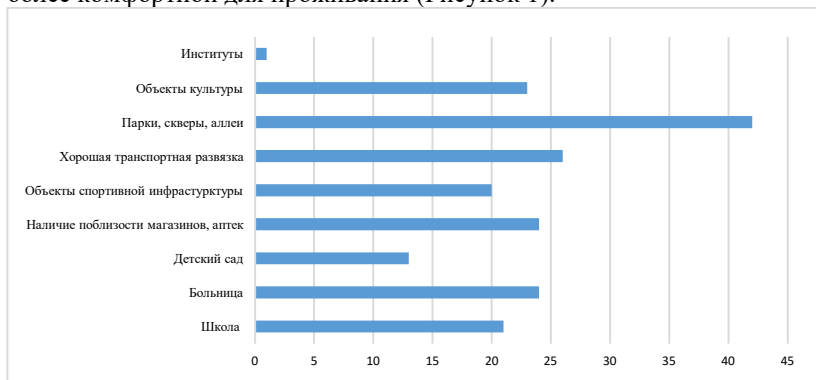


Рисунок 1 - Наиболее важные объекты инфраструктуры по мнению жителей города

На основе мнений жителей города можно сделать вывод, что новый микрорайон города должен содержать парк, хорошую транспортную развязку и магазины, находящиеся в шаговой доступности. Основываясь на этом, мы предлагаем свой вариант застройки нового микрорайона (Рисунок 2), который будет находится в Орджоникидзевском районе города Новокузнецка.



Рисунок 2 – Схема проекта нового микрорайона

## Список литературы

1. Авдеев Е.А. Архитектура СССР № 7. – М.: «Стройиздат», 1981. – 48 с.
2. Демин В.И. Строители. – М.: «Издательство», 1996. – 398 с.
3. Официальный сайт администрации города Новокузнецка. URL: [https://www.admnkz.info/web/guest/city/history/-/asset\\_publisher/kZ3DaG5aaUio/content/kak-stroilsa-novyj-kuzneck](https://www.admnkz.info/web/guest/city/history/-/asset_publisher/kZ3DaG5aaUio/content/kak-stroilsa-novyj-kuzneck) (дата обращения: 26.03.2022).

## СОВРЕМЕННАЯ ТИПОЛОГИЯ ГОРОДА: ВОВЛЕКАЮЩЕЕ ПРОСТРАНСТВО (ДАТА-КОМПЛЕКС С ЦЕНТРОМ ИННОВАЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ)

Д.В. Люлькина

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», dianoga555@gmail.com

*В докладе представлены результаты, полученные в процессе разработки проектно-исследовательской модели дата-комплекса с центром инновационного образования и развития в городе Новосибирске. Современные и социально-экономические требования – четвёртая индустриальная революция, шестой технологический уклад, глобальная дигитализация, цифровизация и массовое распространение информационных технологий – макрофакторы создания новых типологических городских как объектов, так и пространств. Одним из ключевых принципов устойчивой адекватной времени городской среды является принцип вовлечения.*

*Ключевые слова: дата-комплекс, инновационное образование, цифровизация, информационные технологии, вовлекающее пространство.*

Город является мощным фактором ментального воздействия на человека. Его благоустройство, озеленение, социальные сценарии и степень вовлечённости во внутригородскую жизнь их жителей, и осознание жителем степени вовлечённости самого города в нём, формирует модель поведения человека на определённом уровне. Дата-комплекс является одним из примеров современной типологии города, включающий в себя, как аспект цифровизированный, так и общественно-коммуникационный и постиндустриальный аспекты [1].

Одной из современных тенденций является развитие гражданской науки. Всё, что способствует вовлечению граждан в общественное пространство и в познание науки, является или может являться дополнительным финансовым доходом. Разновозрастные студенты имеют возможность соприкоснуться с рабочими процессами в дата-комплексе. Учебное здание так же вовлекает окружающих людей, путём проведения открытых лекций и выставок технологий и технологического оборудования [2].

На карте распространённости центров обработки данных по России заметно, что больше всего серверные сконцентрированы в Европейской части страны, в то время как в Азиатской части их количество малозначительно. Не смотря на существующие центры обработки данных в России, множество нашей цифровизированной информации хранится на иностранных серверах.

Рассматриваемое местоположение находится в Октябрьском районе, города Новосибирска, на пересечении улиц Бориса Богаткова и Гаранина. Преимущества данного участка: относительно близкое расположение к центру города; отсутствие вблизи крупных точек притяжения; отсутствие вдоль улицы Бориса Богаткова рекреационных и общественно коммуникативных зон. Участок является главной транзитной зоной между располагающимися в приближении зданиями различных функциональных назначений: школы, спортивных учреждений, жилых домов и административных зданий.

IT-специалисты, образование которых будет производиться в зданиях, разделяются на узкие профили: архитектор данных, инженер данных, администратор базы данных, архитектор больших данных, инженер больших данных, BI-разработчик, BI-консультант, BI-аналитик, аналитик данных, специалист по данным, специалист по данным и инженер по машинному обучению [3].

Функциональные блоки дата-комплекса в центре инновационного образования и развития включают в себя как рабочие пространства специалистов в области технологий, так и образовательные помещения, отличающиеся от общепринятой модели учебного заведения. Некоторые этажи арендуются IT-компаниями, готовыми выборочно брать к себе на обучение подходящих им студентов для будущей работы. Также предусмотрены вовлекающие общественные зоны: выставочное пространство и лекционные аудитории, открытые к посещению для всех желающих [4].

В экологическом плане нивелирование загрязнения окружающей среды регулируется через индивидуальный подход и технологическую разработку конструктивной структуры и состава оболочки центра

обработки данных, учитывающей охлаждение, для предотвращения крупных выбросов CO<sub>2</sub> [5].

### Список литературы

1. Data Center: [Электронный ресурс]. – URL: <https://issuu.com/zayo6/docs/dc-deck-formatted-for-issuu/> (дата обращения 17.01.2022).
2. 300-625 DCSAN: Cisco CCNP Data Center Certification Study Guide PDF: [Электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/ruchipatel53/docs/300-625\\_dcsan\\_cisco\\_ccnp\\_data\\_center\\_certification](https://issuu.com/ruchipatel53/docs/300-625_dcsan_cisco_ccnp_data_center_certification) (дата обращения 17.01.2022).
3. Ivan Sergejev - Masters Thesis - Exposing the Data Center: [Электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/ivansergejev/docs/ivan\\_sergejev\\_-\\_masters\\_thesis\\_-\\_ex](https://issuu.com/ivansergejev/docs/ivan_sergejev_-_masters_thesis_-_ex) (дата обращения 22.01.2022).
4. Data Center: [Электронный ресурс]. – URL: <https://issuu.com/datacentremagazine/docs/datacentremagazine-april2022> (дата обращения 22.01.2022).
5. Bit Architecture; The Architecture of the Data Center: [Электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/dvgnr/docs/240x170\\_bit\\_architecture\\_d\\_gennari\\_wpub](https://issuu.com/dvgnr/docs/240x170_bit_architecture_d_gennari_wpub) (дата обращения 29.01.2022).

## СООТНОШЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА, ОБЪЕКТОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ И НАУЧНО- ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НАУКОГРАДОВ РОССИИ

Е.Д. Малова, Г.П. Ерохин  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова»,  
[edmalova@nsuada.ru](mailto:edmalova@nsuada.ru)

*Новосибирский научный центр является основной площадкой развития науки и инновации региона. Центр включает как существующие наукограды Новосибирской области (Академгородок, р.п. Кольцово, р.п. Краснообск), так и Проектируемые площадки. Одной из них является новый наукоград «СмартСити-Новосибирск», для Проекта которого необходимо определить соотношение площадей жилищного фонда,*

*объектов обслуживания населения и научно-производственных объектов.*

*Расчет площадей объектов произведен на основе анализа существующих наукоградов России, которые сохранили территориальную целостность и обладают численностью населения в пределах 20 – 60 тыс. чел. Такая численность сопоставима с масштабами Проектирования СмартСити-Новосибирск.*

*Результатом работы стал усредненный показатель соотношения площадей жилищного фонда, объектов обслуживания населения и научно-производственных объектов для дальнейшей его реализации в Проекте СмартСити-Новосибирск. На основе показателя и нормативных требований к застройке возможно произвести дальнейший расчет соотношения площадей функциональных зон.*

*Ключевые слова: СмартСити, Новосибирский научный центр, жилищный фонд, объекты обслуживания населения, наукограды, показатель площади категорий.*

СмартСити-Новосибирск – проект, предусматривающий новое комплексное строительство научного города на территории г. Новосибирска и Новосибирской области в рамках реализации Новосибирского научного центра [1].

Первым этапом формирования Проекта СмартСити-Новосибирск является определение соотношений необходимых площадей жилищного фонда, объектов обслуживания населения и научно-производственных объектов СмартСити-Новосибирск. В дальнейшем данные расчеты позволят определить необходимые площади соответствующих функциональных зон. Рекомендуемое соотношение таких параметров не приводится в градостроительной документации. Целью работы стало формирование усредненного показателя площадей объектов по категориям. Объектом исследования стали существующие наукограды России: Протвино; Пущино; Черноголовка; Фрязино; Троицк. Каждый из них был исследован на предмет фактического соотношения площадей помещений жилищного фонда, объектов обслуживания и объектов научно-производственной зоны.

Категории были приняты в соответствии с ГрК РФ, ст. 35 «Виды и состав территориальных зон». Так, в первую категорию были включены объекты жилой застройки всех типов, в том числе общежития. Вторая категория включила объекты социального назначения, объекты дошкольного, начального общего и среднего общего образования, а также объекты торговли, спорта, рекреации и обслуживания. К третьей категории были отнесены объекты, которые связаны с научно-

образовательной, опытно-производственной и внедренческой деятельностью, в том числе учебно-лабораторные корпуса учреждений высшего образования, объекты административно-делового, научно-производственного и коммунально-складского назначения [2].

Алгоритм расчета можно представить в виде нескольких формул. Сначала определяется площадь каждого объекта категории, путем произведения площади застройки объекта на его этажность. Далее показатели суммируются по каждой категории. Тогда расчет суммарного показателя категории выглядит следующим образом:

$$S_{\text{категории}} = \sum (S_{\text{застр.объекта}} * Э_{\text{объекта}}),$$

где:  $S_{\text{категории}}$  – суммарный показатель площади категории ( $\text{м}^2$ );  $S_{\text{застр.объекта}}$  – площадь застройки одного объекта категории ( $\text{м}^2$ );  $Э_{\text{объекта}}$  – этажность данного объекта.

Общая площадь для одного наукограда определяется суммой показателей площадей по всем трем категориям:

$$S_{\text{общ.}} = \sum S_{\text{категории } 1,2,3},$$

где:  $S_{\text{общ.}}$  – общая площадь объектов для одного наукограда ( $\text{м}^2$ );  $S_{\text{категории}}$  – суммарный показатель площади категорий для соответствующего наукограда ( $\text{м}^2$ ).

Далее необходимо определить емкость каждого суммарного показателя площади категорий относительно общей площади объектов для одного наукограда:

$$K_n = \frac{S_{\text{категории } n}}{S_{\text{общ.}}} * 100\%,$$

где:  $K_n$  – показатель емкости для  $n$  – категории (%);  $S_{\text{категории } n}$  – суммарный показатель площади  $n$  – категории ( $\text{м}^2$ );  $S_{\text{общ.}}$  – общая площадь объектов для одного наукограда ( $\text{м}^2$ ).

Показатели емкости по каждой категории сравниваются в процентном соотношении. Результатом расчета является формирование универсального показателя емкости для каждой из рассмотренных категорий (среднее арифметическое значение):

$$\varepsilon_n = \frac{\sum K_n}{N},$$

где:  $\varepsilon_n$  – универсальный показатель емкости для  $n$  – категории (%);  $K_n$  – показатель емкости для  $n$  – категории (%);  $N$  – количество наукоградов, участвующих в расчете категории.

Для подсчета универсального показателя категорий были выбраны города – действующие наукограды России, которые соотносимы по нескольким критериям: статус наукограда не менее 10 лет; территориальная целостность; численность населения в пределах 20 – 60 тыс. чел. [3]. Такая численность сопоставима с масштабами Проектирования СмартСити-Новосибирск. Исходя из условий, для анализа были выбраны наукограды: Протвино; Пущино; Черноголовка; Фрязино; Троицк.

После расчета показателей для каждого города, универсальный показатель емкости категорий составил:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sum K_1}{N} = \frac{52,50\%+51,52\%+59,51\%+6,72\%+63,47\%}{5} = 57,54\%;$$

$$\varepsilon_2 = \frac{\sum K_2}{N} = \frac{14,40\%+7,58\%+11,87\%+7,47\%+12,26\%}{5} = 10,72\%;$$

$$\varepsilon_3 = \frac{\sum K_3}{N} = \frac{33,10\%+40,90\%+28,62\%+31,81\%+24,27\%}{5} = 31,74\%.$$

Таким образом, можно утверждать, что наиболее «жизнеспособным» соотношением площадей объектов жилой застройки, объектов обслуживания населения, объектов научно-производственного назначения будут, соответственно, 57,54%, 10,72% и 31,74%. Полученные результаты могут быть использованы при разработке Проектных предложений СмартСити-Новосибирск.

### Список литературы

1. Постановление Правительства Новосибирской области от 19.03.2019 г. №105-п: «Стратегия социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2030 г».
2. Градостроительный Кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. №190-ФЗ: принят Гос. Думой Рос. Федерации 22 дек. 2004 г.; одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 24 дек. 2004 г. // ст. 35 «Виды и состав территориальных зон».
3. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2021 г.: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282?print=1> (дата обращения: 11.04.2022).

## ПРОЕКТНО-РЕАЛИЗАЦИОННАЯ АДАПТАЦИЯ ТЕОРИИ РАЗБИТЫХ ОКОН

П.О. Панагушин, Н.В. Боровикова  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», 8413976@gmail.com

*В докладе рассматривается потенциал разработки программного обеспечения, направленного на оценку криминогенно состояния городской среды и инструменты их исправления. Теория разбитых окон- исследованная концепция городского пространства, но слабо адаптирована в условиях РФ, что позволяет рассматривать данную теорию разрабатывать принципы ее адаптации.*

*Ключевые слова: теория разбитых окон, городская среда, менталитет горожанина, средовой подход, восприятие городской среды, эстетика среды.*

Актуальность данного исследования формируется исходя из общей политики импортозамещения в ее наложении на требования цифровизации: разработка программного обеспечения в большинстве своем привязана к использованию GIS-технологий (ИСОГД) или формату работы с OpenStreetMap, а также создания в различных GIS-приложениях авторских карт, которые не всегда дают полную информацию о городской среде (в том числе о криминогенной обстановке, что напрямую является индексом безопасности городской среды) [1,2].

Научная новизна такого исследования заключается в структурировании опыта “разбитых окон”, классифицировании используемых методов и технологий данной теории, а также в формулировке некоторых принципов адаптации с целью последующей разработки программного обеспечения.

Теория, разработанная Джеймсом Уилсоном и Джорджем Келлингом в 1982году, являющаяся по сути своей частным случаем закона не убывания энтропии, гласит что негативные последствия имеют накопительный эффект. Описать это можно следующим образом: есть некий участок городской улицы, там нет граффити и разбросанного мусора, более того там есть знак призывающий поддерживать чистоту. Оперативная ликвидация следов девиантного поведения поддерживает норму чистой улицы, в случае же если окурочек остается лежать на земле, у него быстро появляются последователи. Люди руководствуются простым правилом «если ему можно, то почему



мне нельзя», так же начинают бросать окурки или другой мелкий мусор, оставлять граффити. Что со временем формирует новую норму- грязной улицы, люди социальные существа, им свойственен стадный инстинкт, и как уже было сказано ранее принимать схожие решения, совершать схожие поступки. Теперь на рассматриваемой нами улице сформировалось общество с новыми стандартами общественного поведения, для которого мелкими правонарушениями теперь можно считать битье окон или поломку остановочного павильона [3].

Основываясь на экспериментах Гронингенского университета, можно сформулировать математическую модель качества сообщества, склонного в той или иной степени к девиантному поведению (процентные соотношения), что в графоаналитическом отображении продемонстрирует взаимосвязь опрятной городской среды и количества правонарушений (по аналогии с тепловой картой).

Опыт Нью-Йорка, который непосредственно и представляет теорию разбитых окон помимо углубленного изучения требует создания виртуальной модели [5].

Краткая формулировка адаптации теории разбитых окон (в ряду принципиальных положений) может быть представлена следующим образом: в структуре программного обеспечения, направленного на оценку криминогенного состояния, могут выявляться дифференцированные очаги, параметрически отображающие границы конкретных участков городской среды; в зависимости от функционального назначения средового пространства, могут быть предложены инструменты преобразования, опирающиеся на международные, федеральные, муниципальные нормативно-регламентирующие документы; максимальная адаптивность теоретического потенциала теории разбитых окон достигается через проектную реализацию включающую современные технологии[6].

Помимо этого, может быть представлена визуализация фрагментов городской среды от уровня “было/стало” до уровня альбома проектного предложения.

### **Список литературы**

1. ИСОГД: [Электронный ресурс] // Информационный портал. – URL: <https://xn--c1aaceme9acfqh.xn--p1ai/> (дата обращения 14.11.2021).
2. OPenStreetMap: [Электронный ресурс] // Гис-портал. – URL: <https://www.openstreetmap.org/> (дата обращения 14.11.2021).
3. Сета М. Лоу. Политика общественного пространства и культуры. Strelka Press. 2016. С. 352.

4. Kees Keizer, Siegwart Lindenberg, Linda Steg. The Spreading of Disorder // Science. 2008. V. 322. P. 1685–1981.
5. Джейкобс Д. Смерть и жизнь великих американских городов. Новое издательство. 1961. С. 458.
6. Три кейса: французский опыт восстановления модернистских жилых кварталов (части 1,2), Балухина Н. В., Долгов А. В., Гибадулина А. Р. М. 2020. С. 13.

## ХРОНОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО МАКЕТА В ПЕРИОД 1920–2000

А.Е. Пономарева, А.В. Наволоцкая  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)»,  
ponomarevaarina124@gmail.com

*Выполненное исследование предлагает хронологическую систематизацию функций макета, представленную в виде таблицы. Функции, на основе ключевых позиций были предложены следующие: фото-макет, крупномасштабный макет, макет-агитация, макет-копия, макет-утопия, макет-арт-объект, модель симуляции, формообразующий макет. Особый акцент в работе поставлен именно на «функции творческого поиска» макета в учебном и проектном процессе.*

*Ключевые слова: макет, архитектурная модель, процесс проектирования, история архитектуры, пространственное моделирование*

Предметом данного исследования выступает архитектурный макет, объектом исследования – архитектурный процесс проектирования и архитектурный учебный процесс, границы исследования период с 1920-2000. Целью исследования явилось выявление функций, выполняемых архитектурным макетом на различных этапах проектирования и учебно-образовательной деятельности архитектора. Итогом описательного анализа 76 макетов исследования явилась таблица 1, в которой вынесена функциональная типология архитектурного макета в хронологическом порядке.

Актуальность вопроса обусловлена недостаточным применением макета в современной архитектурной проектной и учебной

деятельности в сравнении с пиком макетной деятельности, пришедшейся на период расцвета модернистов [1].

В гипотезу исследования выделена необходимость включения макета в учебную и производственную практику – в качестве творческого метода поиска [2].

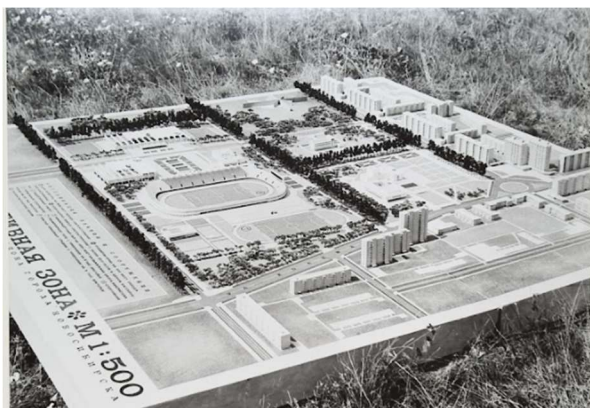
Основная опора исследования сделана на описательный и сравнительный анализ архитектурного макетирования периода 1920–2000, как отечественного, так и зарубежного.

*Таблица 1 – Функционально-хронологический анализ макетов (1920–2000)*

Период	Предпосылки	Тип	Материал	Функции
1920	появление офсетной печати	фото-макет	бумага, картон	объект фотографии, конечный продукт
1930	новые политические веяния	крупномасштабный макет-агитация	картон бумага пленка	репрезентативная, агитационная
1950	появление новых материалов, расцвет модернистов	профессионально исполненные в макетной мастерской	картон, бумага, пленка, алюминий, пластик	замена чертежей и отрисованных перспектив
1960	мода на утопии	макет-утопия	картон, бумага, пленка, алюминий, пластик	репрезентация новых функций и новых идей
1970	новые культурные веяния	макет-арт-объект	картон, бумага, пленка, алюминий, пластик	предмет искусства
1980	изобретение эндоскопа	модель симуляции, масштаб 1:500	картон, бумага, пленка, алюминий, пластик	предотвращение ошибок в комплексах
1990	стереолитография, 3D печать	модель объемов и форм	полимеры, пластик	поиск формы, отображение фасадов

2000	перенасыщенность рынка	авторский объект арт-объект	любой	репрезентация, поиск форм, индивидуальный стиль
------	------------------------	-----------------------------	-------	---

Подтверждение выявленной типологии получено на основе подробного анализа макетной деятельности, которая велась в 1980–1990-х годах в новосибирских проектных институтах, в частности в Сибирском зональном научно-исследовательском и проектном институте (СибЗНИИЭП) [3]. В качестве метода сбора информации был использован метод экспертного опроса. В качестве эксперта выступил Сергей Алексеевич Митюшов, который работал в этом институте в указанный период времени в качестве начальника АПМ-2. (СибЗНИИЭП). Для дальнейшего подробного исследования были предоставлены фотографии макетов из личного архива С.А. Митюшова за время учебной и проектной деятельности в СибЗНИИЭПе, пример представлен на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Культурно-спортивная зона завода «Сибтекстильмаш» в Новосибирске. Эскиз. Авторы В. Д. Щёкин, С. А. Митюшов, 1979.*

Результаты описательного анализа, итоги которого были представлены в таблице 1 наглядно, демонстрируют – что влияло на работу архитектора и культуру создания макетов: начиная от политических веяний и до новых медицинских открытий и аппаратов. Также описаны материалы, применяемые в макете – самыми частыми остаются бумага, картон. Полимер, пластик, алюминий – материалы, пик популярности использования которых пришелся на момент их создания, но и позже не утратили свою актуальность и к ним возвращаются в макетной деятельности.

Данные исследования могут быть использованы в учебно-образовательных архитектурных программах, также в проектной и предпроектной работе.

### **Список литературы**

1. Джекобс, Д.Б., Смерть и жизнь больших американских городов / пер. с англ. Мотылева Л.Ю. – Москва: Новое издательство, 2011. – 460 с.
2. Хан-Магомедов, С.О., ВХУТЕМАС. – М.: Лады, 2000. – 488 с.
3. СибЗНИИЭП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sibznii.ru> (дата обращения: 21.02.2022).

## **БИОМИМЕТИКА. ПРИНЦИПЫ АДАПТАЦИИ**

З.В. Радионова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [radionova\\_zlata@mail.ru](mailto:radionova_zlata@mail.ru)

*В докладе рассматриваются основные положения биомиметики в контексте архитектурно-градостроительного проектирования на примере опыта Норвегии, а также принципы адаптации. Современные тенденции архитектурно-градостроительного проектирования предполагают формирование объектов, соответствующих критериям устойчивого развития. В частности, экологичный подход может быть реализован средствами биомиметики и биомимикрии.*

*Ключевые слова: биомиметика, биомимикрия, устойчивое развитие, экологизация среды, архитектурно-градостроительное проектирование, природная адаптация объекта*

В современном мире высокоразвитых технологий как никогда актуальна тема энергоэффективного, экономичного, экологичного и удобного для потребителей строительства и проектирования. Именно биомиметический подход к архитектуре и градостроительству может усовершенствовать окружающую нас среду, сделав её наиболее устойчивой к внешним воздействиям, более комфортной для человека, снизить влияние строительства на природу, уменьшить экологический след, а также повысить выразительность внешнего вида объектов и уровень их «полезности» [1].

Основная идея биомиметики заключается в том, что в результате естественного отбора живые организмы развили хорошо адаптированные структуры и материалы, обитатели природы обладают наибольшим опытом в решении проблем и уже нашли наиболее подходящие способы выживания на нашей планете. В английском языке существует такой термин, как термин «tailored architecture» – выстраивание по заранее задуманной идее. Именно таким способом биомиметическая архитектура ищет решения для обеспечения устойчивости и других функций, присутствующих в природе [2].

Можно выявить следующие направления биомиметики в архитектуре:

1. Градостроительные решения – среда, ландшафт, форма, функция, комфорт.

2. Конструктивные решения – структура здание, процесс его проектирование и построение, тектоника.

3. Визуальные решения – фасады зданий, образ, стиль, внешний вид.

Говоря об опыте Норвегии, нельзя не уделить внимание норвежским архитектурным бюро и личностям, которые принимают активное участие в проектировании зданий с использованием принципов биомиметики. Основное архитектурное, ландшафтное дизайнерское, брендовое, конструкторское бюро это «Snøhetta». Оно базируется в Осло, Норвегия, и имеет студии в Сан-Франциско, Париже, Инсбруке, Гонконге, Аделаиде и Стокгольм. Основано Къетилом Трэдалом Торсенем, Кристофом Капеллером и Крейгом Эдвардом Дайкерсом [3].

В результате проведенного исследования выявлены следующие принципы биомиметики:

1. Энергоэффективность;
2. Оптимизация (функционализм);
3. Адаптивность (адаптивность проектируемого объекта на уровне объемно-пространственных, архитектурно-градостроительных, внутренних планировочных решений);
4. Комфорт и благоустройство;
5. Стилизация объекта с учетом природных принципов;
6. Изучение и применение природных конструкций;
7. Глубокий анализ экосистемы местности (выявление природной генетики, предположение развития хаотичной природной системы, природа поведет объект) [4].

## Список литературы

1. Metabolism in architecture - Architecture Diet [электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/mahmoud-elnaggar/docs/metabolsim\\_in\\_architecture](https://issuu.com/mahmoud-elnaggar/docs/metabolsim_in_architecture) (дата обращения: 21.02.2022).
2. The Rise of Biodesign : Contemporary Research Methodologies for Nature-Inspired Design in China. Edited by Mary Polites [электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/mapsmethods/docs/bio\\_book\\_issuu\\_upload](https://issuu.com/mapsmethods/docs/bio_book_issuu_upload) (дата обращения: 22.02.2022).
3. Snohetta: [официальный сайт]. – URL: <https://snohetta.com/projects/architecture> (дата обращения: 17.01.2022).
4. Sustainable Ecology Landscape. Dalian University of Technology Press. Edited by DESIGN PUBLISHING [электронный ресурс]. – URL: [https://issuu.com/hidesignpublish/docs/sustainable\\_ecology\\_landscape](https://issuu.com/hidesignpublish/docs/sustainable_ecology_landscape) (дата обращения: 17.01.2022).

## ПРИНЦИПЫ ЗАСТРОЙКИ ОСТРОВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЧЕРТЕ ГОРОДА

В.А. Серикова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [sibvernisation@gmail.com](mailto:sibvernisation@gmail.com)

*Выполнен анализ реализации проектов градостроительного освоения речных островов на примере отечественного и зарубежного опыта. Определены основные виды классификации речных островов: по функциональному признаку, размеру, инженерным и градостроительным условиям.*

*Ключевые слова: Речной остров, классификация островов, организация городского пространства, ландшафтная архитектура.*

В связи с экологической и градостроительной ситуацией в мире рождается интерес к освоению городских речных островов. В связи с этим сегодня появилась необходимость переосмысления подхода к речным территориям.

Береговые полосы и речные острова в условиях города привлекают быстрой доступностью и возможностью организовать новую рекреационную зону. Проблемы и перспективы освоения речных островов становятся все более актуальными.

Рассмотрены и проанализированы около 30 островов, находящиеся в городской черте крупных и крупнейших городов, как в России, так и за рубежом.

В Западной Сибири в границах города Новосибирска – о. Высокий, о. Кустовой, о. Медвежий; Омска – о. Кировский; Барнаула – о. Побочень, о. Дрокин; Томска – о. Семейкин, о. Энеков; Кемерово – о. Кемеровский; Новокузнецка – о. Кешев.

Исходя из вышеперечисленных примеров можно выделить следующие функциональные типы рекреационного освоения речных островов:

- 1) заповедный;
- 2) туристско-рекреационный;
- 3) селитебно-рекреационный (дачи);
- 4) селитебный [1].

По площади острова делятся на:

- 1) Большие (от 5 км<sup>2</sup>);
- 2) Средние (1–5 км<sup>2</sup>);
- 3) Малые (до 1 км<sup>2</sup>);

По происхождению:

- 1) Русловые острова: отторженные побочни, острова-осередки, отторженные пляжи;
- 2) Пойменные промывные острова;
- 3) Острова вытаивания [2].

По наличию инженерных коммуникаций:

- 1) Оснащенный инженерными системами;
- 2) Не оснащенный инженерными системами.

По градостроительным условиям:

- 1) В черте города;
- 2) Вне черты города.

Большая часть островов является промывными пойменными, либо островами-осередкой, что обусловлено течением русла реки.

Редко встречаются речные острова больших и средних размеров, более распространены именно малые острова.

Инженерные коммуникации как правило присутствуют, если остров не признан природным заповедником и является частью городского пространства. В России даже в крупнейших городах острова используются преимущественно как рекреация или осваиваются под дачи, существуют редкие случаи селитебного освоения.

В связи с особой актуальностью селитебного освоения островов в городской черте крупнейших городов особый интерес представляет накопленный аналоговый зарубежный опыт



В работе проанализирован зарубежный опыт проектирования и реализации городской застройки в условиях острова. На основе данного анализа разработан ряд рекомендаций:

- обязательное сохранение ландшафта по кромке острова;
- регулярная застройка центральной части;
- организация большого количества открытых пространств;
- формирование фрагментов застройки разной плотности [3];
- разработка единого архитектурного стиля [4].

### **Список литературы**

1. Неумывакина, Н.А. Рекреационное освоение речных островов / Н.А. Неумывакина, Е.Э. Гаврилов // Курганский государственный университет. – 2018. – С. 247–249.
2. Попов, И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство: гидролого-морфологическая теория руслового процесса и ее применение / И.В. Попов. – Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1969. – 366 с.
3. River Islands. Phase 2 Parks & Open Space. Master Plan. Lathrop, California: O'Dell Engineering, 2021. – 66 с.
4. River Islands Urban Design Concept / Lathrop Municipal Code. – 122 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ГОРОДСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В КОНТЕКСТЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**

А.Е. Ховрина, А.В. Наволоцкая

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», hovrinanastasia@gmail.com

А.В. Мезина, С.А. Федяева

ГАПОУ НСО «Новосибирский архитектурно-строительный колледж»,  
anastasia54321@yandex.ru, fedyaeva.sonya@bk.ru

*В данной работе рассматривается взаимосвязь между современными тенденциями в градостроительстве и инновациями в сфере экологии. Приводятся примеры качественной синергии человека и города. В процессе городского планирования невозможно игнорировать актуальные проблемы, особенно из разряда проблем общемирового масштаба, следовательно о них важно говорить и дискутировать.*

*Ключевые слова: градостроительство, экология, цифровой двойник, Сингапур, Милан, Берлин, цифровизация, архитектура.*

Современное градостроительство становится все более тесно связанным с цифровыми технологиями. Сегодня сложно представить не только проектирование какого-либо архитектурного объекта, района или целого города без предварительного создания цифровой копии, но и его эксплуатацию.

В таких городах, как Сингапур, Хельсинки, Стокгольм и многих других, через так называемый цифровой двойник города управляется буквально всё: от сценариев дорожного движения до перемещения лифтов внутри зданий.

Помимо тесной связи между проектированием и цифровыми технологиями, в настоящее время мы имеем неотделимый от городского планирования пласт задач из сферы экологической устойчивости как вновь возводимых зданий / районов / кварталов, так и приводимой к соответствию уже существующей застройки.

Экология является актуальной темой во многих сферах, так как современное состояние нашей планеты вызывает к необходимости решения огромного количества накопленных проблем. К тому же экология является одной из трёх основных сфер концепции устойчивого развития [1]. Соответственно, цифровизация градостроительных процессов не могла обойти стороной необходимость применения и разработки разнообразных экологически-эффективных инноваций [3].

Было выделено три основных типа экологических мероприятий:

— ликвидация последствий. К ним можно отнести сортировку мусора, очистительные мероприятия, ресайклинг, финансирование различных эко-ориентированных волонтерских фондов и т.д.;

— экологическая нейтральность. Здесь можно наблюдать стремление многих застройщиков и производителей из строительной сферы к углеродной или климатической нейтральности их производства и процесса строительства;

— эко-позитивный эффект. К этому типу относятся проекты, ориентированные на производство энергии из возобновляемых источников с профицитом. То есть условное здание должно быть не только автономным, но и производить полезной энергии больше, чем способно потребить.

Один из самых передовых и активных представителей в области применения экологических инноваций — это Сингапур [4]. Ему принадлежат многие современные идеи, направленные на улучшение экологического состояния региона и повышение качества жизни в стране, это:

— переосмысление конфигурации центра города в сторону создания более человеко-ориентированной и комфортной среды.

— плановость подхода к инфраструктурному вертикальному зонированию.

— активное озеленение городского пространства, в т.ч. вертикальное озеленение, создание садов, парков и т.д.

— сдерживание роста площади дорожных покрытий и количества личных автомобилей у граждан, а также развитие системы общественного транспорта и условий для использования экологичных средств передвижения.

Также интересные проекты экологической направленности можно встретить в Берлине и Милане.

В Милане это строительство инновационного центра MIND [4]. А также создание его цифрового двойника — первого в стране. Одной из важных функций цифрового двойника MIND будет контроль выбросов углерода в атмосферу. Район занимает довольно обширную территорию (1 млн м<sup>2</sup>) и строится на месте проходившей в Милане всемирной выставки Экспо-2015. Также через центр MIND будет проходить самый протяженный линейный парк в Европе, который станет центральным элементом зеленой инфраструктуры, вместит в себя тысячи местных деревьев и полосы опыления для повышения биоразнообразия. Строительство района будет происходить без использования ископаемого топлива и к 2040 году застройка станет полностью углеродно-нейтральной.

Также, к слову, об экологической нейтральности, в Берлине с 2019 года введен в эксплуатацию климатически-нейтральный квартал. В районе Лихтенберг возведены два восьмизэтажных здания высокой степени энергоэффективности. Дома построены компанией HOWOGE по стандарту KfW-40 Plus — это высший уровень энергоэффективности по критериям немецкого банка развития KfW (отдаленный аналог нашего ВЭБа). Данный критерий говорит о том, что дома должны производить энергию с избытком, потребляя меньше, чем производят. Инженерные системы домов включают также децентрализованные станции (модули) свежей воды. Эти устройства настроены на проточный (только при открытии крана) нагрев воды до 45°C, а источником тепла служит местная сеть теплоснабжения. На кровле зданий установлены солнечные электростанции мощностью 145 кВт, а на первых этажах — накопители энергии. В результате установки всех этих «опций» расчётный климатический баланс зданий получился даже отрицательным — минус 4 кг CO<sub>2</sub> на м<sup>2</sup>.

Всё это свидетельствует о том, что мировые тенденции активно разворачиваются в сторону поддержки экологического состояния планеты, как за счет ликвидации последствий неэкологичного строительства и производства, так и за счет новых экологически-нейтральных и экологически-позитивных проектов. Этот процесс неразрывно связан с тенденциями цифровизации районов и целых городов, использованием цифровых двойников для проектирования и экспериментов в городской среде, а также для фиксации и контроля расхода различных ресурсов и выбросов в процессе строительства и эксплуатации архитектурных сооружений. Цифровые близнецы помогают властям и специалистам в решении многообразных климатических и экологических задач, что возводит градостроительство и архитектуру на принципиально новый уровень.

### **Список литературы**

1. Ветошкин Д. Н. Разработка усовершенствованной модели земельно-информационной системы муниципального образования / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Д. Н. Ветошкин. – Новосибирск: «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ), 2021. – 184 с.
2. Журкин И. Г. Цифровое моделирование измерительных трехмерных видеосцен / И. Г. Журкин, Т. А. Хлебникова. – Новосибирск: СГГА, 2012. – 246 с.
3. Gartner Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. – URL: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019> (дата обращения: 12.04.2022).
4. Цифровой двойник: экспериментируя с будущим // Ростех. – 23 сентября 2019. – URL: <https://rostec.ru/news/tsifrovoy-dvoynik-eksperimentiruya-s-budushchim/>

## АДАПТАЦИЯ ПРИЕМОВ РАЗМЕЩЕНИЯ МОСКОВСКИХ ВЫСОТОК К УСЛОВИЯМ НОВОСИБИРСКА

А.А. Шамец, Е.Н. Лихачев  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова»,  
Shamets154@yandex.ru

*Для проектирования высотных зданий необходима разработка основных принципов размещения, которые в настоящее время в условиях крупного сибирского города (Новосибирска) отсутствуют.*

*В статье проанализированы типы размещения высотных зданий в структуре крупного города. В ходе исследования предложена новая классификация приемов размещения высотных зданий. Основные типы и приемы размещения выявлены на примере «сталинских высоток» и ММДЦ «Москва-Сити».*

*Ключевые слова: высотные здания; проектирование высотных зданий; размещение высотных зданий; отдельно стоящий тип размещения; кустовой тип размещения; гнездовой тип размещения*

Высотные здания являются не только градостроительной доминантой, но и центром притяжения городской социально-экономической, политической и транспортной инфраструктуры. Размещение высотного здания влияет на дальнейшее развитие города, поскольку такие доминирующие объекты формируют новый силуэт города, меняют его каркас и оказывают серьезное влияние на архитектурный облик.

Идея о развитии высотного строительства в Новосибирске существует еще с послевоенных времен. Однако в течение нескольких десятилетий эти планы не удавалось довести до реализации.

В настоящее время проблема строительства высотных зданий в Новосибирске становится еще более актуальной. В связи с этим возникает необходимость выявления особенностей и приемов размещения высотных зданий в крупном городе. Для проведения анализа интерес представляет опыт проектирования и строительства высотных зданий в Москве, в том числе «сталинских высоток».

На примере московского опыта можно выявить следующие типы размещения высотных зданий:

1. *«Отдельно стоящий»*: ансамбль формирует одно высотное здание (рис. 1).



*Рис. 1 – Главный корпус МГУ – пример «отдельно стоящего» типа размещения (Источник: <https://tass.ru/obschestvo/7589885> (дата обращения: 18.01.2022))*

2. «Кустовой»: группа из нескольких высотных зданий, расположенных в шаговой доступности друг от друга.

3. «Гнездовой»: конгломерат высотных зданий, собранных на одной территории (рис. 2).



*Рис. 2 – ММДЦ «Москва-Сити» – пример «гнездового» типа размещения (Источник: <https://view-photo.ru/gde-mozhno-sdelat-krasivye-fotografii-v-moskve-chast-3-moskva-siti/> (дата обращения: 15.11.2021))*

В свою очередь, типы размещения высотных зданий можно разделить по ландшафтным признакам:

- Парковый (или Дворцово-парковый);
- Террасный;
- Магистральный;
- Береговой.

Таким образом, первые высотные здания проектировались как городские доминанты – композиционные центры больших районов [1]. Это были уникальные, «штучные» объекты, которые не были рассчитаны на массовое строительство. Однако экономические перемены в России стали причиной иного подхода к высотному строительству. Уже к концу 1990-х – началу 2000-х гг. в Москве, а к середине 2000-х – в крупных региональных центрах строительство высотных зданий стало приобретать массовый характер. В этот период большую роль начал играть коммерческий интерес, застройщикам стало выгоднее максимально использовать свободное пространство [2, 3]. Характерный пример такого подхода – ММДЦ «Москва-Сити».

Однако в региональных центрах этот процесс развивался значительно медленнее, чем в столице. В данном случае определяющим фактором появления высотных зданий является уровень экономического развития региона.

На приведенных примерах было доказано, что выявленные типы размещения по-разному оказывают влияние на развитие города и формируют новые ансамбли. От типа размещения также зависит и восприятие здания с определенных ракурсов.

Таким образом, при проектировании высотных зданий (или комплекса высотных зданий) необходимо учитывать тот или иной тип размещения и его дальнейшее влияние на архитектурную среду города.

Результаты данной работы служат основой для разработки архитектурных проектов высотных зданий в условиях крупного сибирского города. Практическая значимость работы может найти применение в проектной практике и в учебном процессе.

### **Список литературы**

1. Кулешов Н., Позднев А. Высотные здания Москвы. Москва: Московский рабочий, 1954. – 220 с.
2. Туманик Г.Н. Новосибирск. Неиспользованные возможности градостроительного формирования. Новосибирск: НГАХА, 2014. – 174 с.
3. Хилл Д. Как построен небоскреб. Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 192 с.

## СОВРЕМЕННЫЙ ОПЫТ РЕНОВАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СТРАНАХ ЕВРОПЫ

К.В. Безбородова, С.В. Литвинов  
НГАСУ (Сибстрин), k.bezborodova@edu.sibstrin.ru

*В работе рассматривается опыт реновации промышленных зон городов Европы. Изучены проекты по реновации промышленных территорий. Выявление общих принципов реновации позволит определить тенденции развития реновации промышленной архитектуры и выявить проблемы развития промышленных зон в условия современного города.*

*Ключевые слова: реновация, промышленный объект, опыт реновации, промышленные зоны городов Европы, преобразование пространств, городская среда.*

В настоящее время многие промышленные территории, располагающиеся в черте городских центров, являются заброшенными вследствие потери своей первоначальной функции. Они отрезаны от социальной среды. Архитектурно-пространственная и функциональная организация таких объектов уже не соответствует градостроительному потенциалу места. Данные территории рассматриваются как резерв для дальнейшего развития городского пространства, поскольку являются ценным ресурсом в первую очередь в экономическом плане: пространства могут быть использованы для создания современным жилых комплексов, бизнес-центров и популярных общественных пространств. Улучшение качества городской среды является одним из способов извлечения прибыли для инвесторов.

Реновация – это процесс улучшения структуры зданий и сооружений вследствие физического и морального износа с последующей сменой функции [1]. Главная задача реновации промышленных объектов состоит в том, чтобы с минимальными затратами изменить функциональное назначение объекта на то, что будет более востребованным в рамках развития городской среды.

Объектом исследования являются индустриальные объекты городов Европы и проекты по их адаптации в городской среде.

В рамках исследования были рассмотрены 9 проектов по реновации в шести странах Европы, а именно:

1. Великобритания – Battersea Power Station, жилой комплекс [2]; «Газгольдеры Кингс-Кросс», жилой комплекс; Coal Drops Yard, торговый центр;



2. Франция – Лион-Конфлуанс, жилой квартал;
3. Португалия – культурный центр в городе Порту на месте заброшенной скотобойни Matadouro;
4. Германия – Wunderland Kalkar, парк развлечений; HafenCity – жилой квартал [3];
5. Италия – Progetto Manifattura-Green innovation factory, современный научный, деловой и общественный центр;
6. Нидерланды – офис компании IMd.

Для всех объектов были определены следующие характеристики: положение в городе, цель/стратегия реновации, площадь объекта, связь с природными объектами, сменяемость функций, доля сохраняемых объектов и суть экологических решений.

Вся информация была сведена в таблицу и проанализирована.

По результатам исследования были сделаны выводы и сформулированы следующие общие положения:

1. Объекты, расположенные около магистралей общегородского значения, расположение вблизи остановок транспорта (т.е. в местах возможного большого притяжения людей) чаще преобразовывают в общественно-деловые либо торговые зоны;

2. В рамках проектов реновации прослеживается тенденция экологической реабилитации территории за счет рекультивации нарушенных участков, созданию новых зеленых массивов (парков, скверов, аллей). Также в современных проектах большое внимание уделяется минимизации вредного воздействия объектов на окружающую среду (использование экологически чистых материалов, геотермальных систем отопления, солнечных батарей и т.д.);

3. В большинстве изученных проектов применяется способ реконструкции планировочной структуры, основным принципом которой является вычленение и сохранение наиболее устойчивых планировочных характеристик [4];

4. Основными причинами реновации промышленных территорий являются: а) частичная или полная утрата производственных функций объектов вследствие экономических трансформаций и реорганизации производства, что приводит к простоям больших территорий производственных комплексов; б) промышленные территории, когда-то построенные в отдаленных районах, с развитием города оказываются в окружении жилых и общественных зданий. Эти факторы определяют необходимость реновации промышленных объектов и их интеграции в городскую среду;

5. Одним из важных результатов реновации становится большой объем инфраструктуры, возводимый в бывших промзонах. Новые

больницы, школы, магазины и другие общественные места требуют большого количества сотрудников, что дает дополнительные рабочие места для воспитателей детских садов и учителей, медсестер и врачей, продавцов, кассиров и других.

Таким образом, выявлен ряд общих принципов и закономерностей при реконструкции промышленных территорий в городах Европы. Анализ мирового опыта преобразования устаревших объектов и их внедрения в современные городские центры является важным, так как это может помочь в усовершенствовании нынешней теоретической базы. Перспектива успешного развития городов состоит в том числе и в адаптации заброшенных территорий к современным потребностям и развивающимся технологиям.

### **Список литературы**

1. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Ипанов В.И. Реконструкция и реставрация объектов недвижимости. Учебник. Под редакцией д.э.н., профессора А.Н. Асаула. М.: Гуманистика, 2005. – 288 с.
2. "Battersea Power Station", London, UK. – URL: <https://redeveloper.ru/redeveloperskie-proekty/realise/battersea-power-station-london-uk/> (дата обращения: 02.03.2022).
3. Хафенсити в Гамбурге: район будущего на месте старого порта. – URL: <https://www.redevelopment.irm.ru/articles/915.html> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Цитман Т.О. Богатырева А.В. Реновация промышленной территории в структуре городской среды // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань: ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. №4 (14). С. 29-35.

## **ПАРАМЕТРИЦИЗМ В ИНФОРМАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ**

Е.Л. Власова, М.Л. Власова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (Сибстрин), vlasovaj15@mail.ru

*В докладе рассматривается проблема технологической профессиональной готовности архитектора XXI века отвечать на изменения современного мира. Целью исследования является*

*определение одного из векторов развития архитектурно-градостроительного проектирования и образования в РФ. В процессе исследования рассмотрены ключевые особенности формирования информационной модели здания и параметрическое проектирование во взаимосвязи с социальными, экологическими и экономическими контекстами, использованы примеры курсового проектирования.*

*Ключевые слова: параметрицизм, жизненный цикл здания, информационное моделирование, биомимикрия, генотип, морфология, комплексный подход.*

Актуальность исследования состоит в том, что на данный момент студенческое понимание информационного моделирования находится в парадигме 3D, не включая в себя совместную работу архитекторов, инженеров и других специалистов над объектом в единой информационной модели. Современный отечественный софт, ориентированный на информационное моделирование архитектурных объектов, представлен программой Renga. Большой объем исследований в сфере информационного моделирования проведен российским специалистом по использованию BIM в современной проектно-строительной практике В. Талаповым [1]. Исследование параметрического моделирования в основном строится на работах зарубежных авторов [2], так как в настоящее время имеется небольшое количество отечественных разработок в данной области.

Формирование информационной модели здания позволяет реализовывать концепцию «умного дома». За счет наличия всей информации о здании в «облаке», управление зданием, а также мониторинга различных параметров, таких как энергопотребление, освещение и др. становится более удобным и эффективным. При наличии множества связанных между собой моделей здания формируется CIM [3], информационная модель города, в которой соединяются данные отдельных объектов-зданий и GIS-данные.

Работа с социальными параметрами строится на анализе «пользователей» архитектором, фиксации их особенности, характеристик, *культурного кода*. Данный процесс может быть реализован при помощи методов работы с большими данными (что позволяет проводить исследования, аналитическую деятельность), а также наличия BIM модели (в пространстве которой возможно построение жизненного сценария пользователя, анализ их реакций на различные факторы). В процессе алгоритмизации важно учесть такие моменты, как влияние здания и внутренних процессов на окружающую

среду, а также непосредственно реагирование самого объекта на изменения внешнего мира.

По результатам проведенного исследования были зафиксированы необходимые для перехода из уровня 3D в 5D шаги [4]:

1. Построение образовательного процесса в связи со стадийностью работы над архитектурным и правилами организации процесса создания информационной модели объекта проектирования;

2. Последовательное, поуровневое обучение инструментарию;

3. Освоение средств автоматизации работы, встроенные языки программирования;

4. Обучение взаимодействию различных программ друг с другом, а также форматов передачи данных и нормативных аспектов создания информационной модели;

5. Совместная работа студентов различных направленностей в едином информационном пространстве (архитектор, строитель, инженер и т.д.).

Результаты исследования могут быть использованы в организации образовательного процесса, а также в построении личной перспективы профессионального развития. Планируется дальнейшее изучение методов параметрического проектирования, а также определения правовых и этических отношений человека и программы.

### **Список литературы**

1. Талапов В.В. Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. - 392 с.

2. Palak Verma. Biomimicry and Parametricism in Architecture - New Delhi: School of Planning and Architecture, 2020. - 75 с.

3. Dantas H.S, Sousa J.M.M.S and Melo H.C The Importance of City Information Modeling (CIM) for Cities' Sustainability - Brussels: IOP Conference Series, 2019. - 10 с.

4. Савельева Л.В. Информационно-коммуникационные технологии в образовании //Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы научно-практической конференции профессорско- преподавательского состава молодых ученых и студентов. – М.: МАРХИ, 2012. – С. 195-198.

## АСПЕКТЫ КОМФОРТНОЙ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТИПОВЫХ СЕРИЯХ, ВОЗВЕДЕННЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫМ СПОСОБОМ В 1950-1980 ГОДАХ

Т.А. Горбачева, О.О. Смолина

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», zelenoest-vo@mail.ru

*В 21 веке на первый план выходит преимущественно современный комфорт, который не могут обеспечить типовые жилые постройки 1950-1980 годов по причине их морального и физического износа. Здания нуждаются в реконструкции и модернизации для повышения комфортности и безопасности среды проживания. Реконструкция предполагается как мера по предотвращению единовременного сноса крупного пласта жилищного сектора и как дополнительный способ по продлению срока службы и одновременно повышению качества жизни жильцов.*

*Ключевые слова: Хрущевская постройка, комфорт, реконструкция, срок эксплуатации, качество жизни.*

На современном этапе здания типовой постройки 1950-1980 годов считаются не очень привлекательным жильем, если сравнивать с только недавно построенными жилыми комплексами. Малые размеры помещений, лишние перегородки, разделяющие пространство на комнаты, занимают значительное пространство, невысокие потолки, отсутствие лифтов и мусоросборных камер. Эти распространенные жилые здания до сих пор могут удовлетворить только базовое удобство, без повышенной комфортности.

По анализу пространственного развития секторов и зон Новосибирской агломерации главной стратегической целью социально-экономического развития города Новосибирска до 2030 года является *стабильное повышение качества жизни населения* [1].

В современных условиях для обеспечения более комфортной, удобной и безопасной среды проживания и перемещения населения имеет смысл реконструкция и реновация зданий типовых построек 1950-1980-х годов в городе Новосибирске, поскольку они занимают значительную часть жилищного сектора и нуждаются в санации для увеличения рекомендуемой продолжительности эффективной эксплуатации элементов здания и самого объекта, а также повышения условий комфорта.

Массовое жилищное строительство панельных и некоторых серий кирпичных домов считалось довольно прогрессивным домостроением для своего времени за счет возведения зданий индустриальным способом по подобию Марсельской «жилой единицы» и могло обеспечить недорогим и доступным жильем большое количество населения за счет его удешевления. Ле Корбюзье был первым человеком, который предложил строить дома простой архитектуры, без каких-либо «излишеств» из современных материалов: металл, железобетон, стекло, обеспечивая новое основания домостроения как «Дом- машина для жилья». По такому подобию строились типовые серии 1950-1980 годов.

В приоритете же теперь стоит комфортная и удобная среда проживания. Диапазон базовых потребностей для жилого дома увеличился с четырех базовых, таких как: гигиена, хранение вещей, прием и приготовление пищи, сон до 8 часов. Добавились гостевая зона, зона работы и хобби, сложная бытовая техника, кладовые для технических помещений. Дом из слаженного и простого механизма поменял свое направление на «Дом- продолжение личности».

Для зданий, построенные в эпоху Хрущева на первом месте стоит улучшение условий проживания. Дома требуют реконструкции или реновации [2], так как физически и морально устарели [3], становясь опасными для проживания в них, поэтому ситуация требует решений по улучшению условий пребывания людей. Данные типы построек не энергоэффективны и имеют проблемы с комфортностью [2]. Также при проектировании зданий использовали минимальные габариты для проживания человека в квартире, которые были разработаны опытным путем и протестированы с помощью экспериментальных домов. Панельные пятиэтажные здания, разработанные советскими архитекторами, удешевлялись на 30% за счет отказа от архитектурных излишеств и уменьшении площадей квартир [3]. Так как многие «хрущевки» возводили как временное мера по расселению жителей страны [2], первоначальный срок эксплуатации зданий небольшой 25-50 лет [4], но при этом при проектировании закладывался запас прочности, превышающий 1,5 раз. За счет которой срок эксплуатации здания увеличился до 50-100 лет. При капитальном ремонте возможно продлить срок жизни здания еще на 30-50 лет, а также уменьшить его моральный износ [5].

Реконструкция, реновация или снос строений в регионах проходит значительно медленнее, чем в столице. Это связано со многими факторами такими, как: технико-физические, производственные, экономические, транспортные, политические, общественные и другие.

Степень комфортности в кирпичных, крупноблочных, панельных зданий, постройки 1950-1980 годов не удовлетворяет современным требованиям, но имеет потенциал для улучшения. Но при всем этом спрос на «хрущевки» сохраняется. Выгоднее приобрести данное типовое жилье с популярными на данный момент для арендаторов малогабаритными квартирами нежели покупать квартиры в новостройках, которые хоть и востребованы, но при этом значительно дороже при сегодняшней экономической ситуации [2].

### Список литературы

1. Заказчик: департамент строительства и архитектуры мэрии города Новосибирска, Внесение изменений в генеральный план города Новосибирска том II «Материалы по обоснованию». Книга 2 «Особенности положения города Новосибирска в структуре Новосибирской агломерации», 2020. – 150 с.
2. «Хрущевки» — попытка решения квартирного вопроса в СССР // Электронный ресурс «RMNT.RU». – Режим доступа: <https://www.rmnt.ru/story/realty/xrushevki-popytka-reshenija-kvartirnogo-voprosa-v-sssr.353687/> (дата обращения: 26.04.2022).
3. Суворов Михаил. Каков срок службы здания, от чего зависит? Как определить период годности панельного и иного дома? // Электронный ресурс «Правовой Центр». – Режим доступа: <https://pravovoi.center/zpp/srok-sluzhby/zhiloy-konstruktsii.html> (дата обращения: 26.04.2022).
4. Нормативные сроки эксплуатации домов // Электронный ресурс «Городские усадьбы». – Режим доступа: [http://ukgu.ru/jilie\\_mnogoetajki](http://ukgu.ru/jilie_mnogoetajki) (дата обращения: 26.04.2022).
5. Какой запас прочности у советских хрущевок? // Электронный ресурс «Дзен». – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/realty.yandex.ru/mojno-li-jit-v-sovetskoi-panelke-5cf131e059562200af3cbebf> (дата обращения: 26.04.2022).

## УСТОЙЧИВОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАЗВИТИЕ КРУПНОГО ГОРОДА

М.В. Горшенина

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», gorshenina@elavex.ru

*В докладе рассматриваются понятия конкурентоспособности и устойчивости, а также формулируются потенциальные механизмы их взаимосвязи для крупного города. В качестве примера крупного города автором взят город Чита в Дальневосточном регионе. Город Чита имеет свои уникальные показатели и потенциал к развитию. Для повышения этих показателей предлагаются некоторые технологии преобразования городского каркаса, которые приводят в движение все рычаги устойчивости, для достижения устойчивого конкурентоспособного развития крупного современного города*

*Ключевые слова: дальневосточный регион, крупный город, устойчивое развитие, конкурентоспособность, город Чита*

Любой крупный город, представляющий собой современную конкурентоспособную систему не может продуктивно существовать без стратегии устойчивого развития. Крупный город в наше время представляет собой крупный населённый пункт с численностью населения 250—500 тысяч человек. Имеет развитый комплекс хозяйства и экономики. Является скоплением архитектурных и инженерных сооружений, обеспечивающих жизнедеятельность постоянного и временного населения города [1].

В настоящее время Российская Федерация развита неравномерно, сохраняется влияние преобладания западной части над восточной, в следствие чего концентрация высоких технологий, высокопрофилированных кадров, максимального жизнеобеспечения населения находится в наших столицах и близлежащих к ним городах. Схожая ситуация складывалась после эпохи фордизма в городе Детройте [2].

Чита имеет историческую ценность, что подразумевает потенциал к развитию туристического кластера. Огромный рекреационный ресурс, который также, в свою очередь, может быть объектом притяжения для оздоровления. В цифрах можно выразить и его использование: какие действующие курорты есть в Чите и какие нуждаются в реконструкции, пригодность пляжей, рек и озер для отдыхающих, количество благоустроенных территорий, произвести расчет характеристик



экологического каркаса пространственной организации расселения города Чита и окрестностей.

Первым этапом технологии преобразования городского каркаса является обследование города, которое включает в себя углублённый историко-генетический анализ, что позволяет выявить несоответствие индекса качества городской среды (уже разработанного инструмента в 36 показателей) реальному состоянию в совокупности показателей, направленных на реализацию концепции устойчивого развития. К таким показателям можно отнести: количество опорных точек устойчивого развития как в архитектурно-планировочном, объёмно-пространственном, так и в социальном, экономическом, экологическом отношениях; количество реализуемых социокультурных программ, их качественное состояние и потенциал пространственно-временного развития; и другие. (показатели и критерии более развернуто представлены в докладе, но в целом имеют отношение к внешней и внутренней конкурентоспособности городской среды города Чита) [3]. Опираясь на совокупность полученных показателей, следует перейти ко второму этапу технологии преобразования, который включает в себя разработку апробационной модели средствами имитационного моделирования с последующей верификацией. Апробационная модель вариативно и по сути является механизмом преобразования городской среды. Они могут быть экономически регулируемыми механизмами, а также планировочными механизмами выравнивания городского каркаса, социальными и направленными на регулирование экологического состояния с последующим развитием эко-мышления и эко-потенциала (например, средствами экологического эко-туризма), а также включающие критерии сохранения индустриального наследия. Третий этап включает в себя разработку своеобразных программных комплексов, которые являются призмой активизации связей и компонентов, что послужит основой для формирования инновационной технологии реального преобразования городской среды [4].

К основным выводам по итогам проведенного исследования можно отнести: 1) обследование удаленных от центра населенных пунктов целесообразно проводить на базе региональных архитектурно-строительных научно-исследовательских организаций, что позволит в значительной степени учесть региональные особенности места и сохранить их; 2) контекст цифровизации и постиндустриального развития городской среды предопределяет необходимость добавления ключа технологичности к трем основным ключам устойчивого развития; 3) совокупность существующих программ не всегда положительно отражается на реальном преобразовании городской

среды ввиду отсутствия механизмов транспарантности и адекватной современным требованиям корректировке таких программ; 4) современные средства имитационного моделирования (ИСОГД) не дают в полной мере понимания о реальном состоянии территории, что приводит к потребности разработки приложений, программного обеспечения, программных комплексов.

### Список литературы

1. Юнеско: [Электронный ресурс] // Информационный портал. – URL: [Declarations \(unesco.org\)](https://www.unesco.org/ru/declarations) (дата обращения 19.11.2021).
2. ReBranding Detroit: [Электронный ресурс] // Project on re-imagining possibilities for Detroit. – URL: <https://issuu.com/sandraperez5/docs/detroit> (дата обращения 17.12.2021).
3. Индекс качества городской среды: [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn----dtbccdtsyabxk.xn--p1ai/#/methodologypages> (дата обращения 17.12.2021).
4. Боровикова Н.В. Критерии сохранения индустриального наследия. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019;(2):52-62. – URL: <https://doi.org/10.31675/1607-1859-2019-21-2-52-62> (дата обращения 17.12.2021).

## РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ МЕТОДОМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПАРКОВ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ПАРИЖ)

Т.О. Демидова, Н.А. Бурило

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [yunie2001@yandex.ru](mailto:yunie2001@yandex.ru)

*В статье рассматриваются элементы городской структуры, причины формирования слабоэксплуатируемых районов города и оценка джентрификации таких районов методом проектирования парков и других озелененных общественных городских пространств. Рассматривается идея такой рефункционализации с точки зрения смены социального и экологического контекста в зоне проектирования. Анализ темы осуществляется на основе нескольких примеров в городе Париж.*

*Ключевые слова: ревитализация, парк, реновация, городское пространство, джентрификация.*

В исторических городах регулярно возникает необходимость реновации селитебных территорий, это происходит по многим причинам, общепонятными принято считать устаревание и маргинализацию, но на самом деле такая классификация очень примитивна. На деле же на деактуализацию территорий влияет огромное количество факторов, для качественного устранения которых необходимо понимать их природу и характеристики.

Территории, лишённые своевременного обновления, постепенно способны поглотить огромную часть городского массива и в этом случае борьба с ними станет почти невозможной. В этом случае на помощь приходят реновация и ревитализация, сочетание этих процессов способно деликатно, обновить и заменить функцию в городской среде. В этом случае можно воспользоваться одним из наиболее благоприятных и экологических способов - сформировать озеленённые общественных пространства: парки, скверы или бульвары.

Ситуацию, с которой мы сталкиваемся в таком случае, тяжело оценить как критическую, однако прослеживающаяся тенденция закономерного усугубления не позволяет нам оставить эту тему без внимания. Актуальность вопроса заключается в решении проблематики ревитализации наиболее экологичным, экономически и социально выгодным путем. Территории, занятые неблагоприятной и функционально неактуальной застройкой можно реновировать превратив в жилые или деловые районы с парковой доминантой, что скажется на реабилитации всей прилегающие территории.

Целью исследования выступает привлечение внимания к ревитализации как к эффективному способу реабилитации неблагоприятных селитебных зон и их актуализации. Включение к городской массив качественных зеленых общественных пространств рассматривается как метод актуализации территорий.

В достижении поставленных целей поможет последовательное выполнение задач: изучение вопросов складывания в городской среде слабо эксплуатируемых территорий с дискомфортным социальным климатом. Изучение видов джентрификации с озеленением общественных пространств в том числе на примере Парижских реноваций, их анализ с выявлением положительных и отрицательных черт.

Так как современные эволюционные процессы, связанные с городской средой обусловлены урбанизацией, а значит все они направлены на возвышение роли городов в целом.

Объектом исследования является ревитализация неактуальных селитебных зон, методом проектирования парков, причинами складывания таких областей в городе выступает целый ряд факторов, дополнительный интерес вызывает также их влияние на городскую среду в целом.

К причинам в таком случае можно отнести:

- Отсутствие популярных центров притяжения населения
- Транспортная недоступность
- Отсутствие комфортного благоустройства общественных пространств улиц
- Хаотичная застройка
- Естественные эволюционные процессы по старению города [1]

Для наилучшего представления ситуации, сложившейся с реновацией, были рассмотрены примеры, Парижской реновации, так как Париж занимает второе место среди мировых мегаполисов в рейтинге довольства жителей качеством и доступностью парков и рекреационных пространств, способствуют изучению темы на этом примере и французские государственные программы по реновации и восстановлению городских районов.

Результаты анализа французского опыта реновации подтвердили высокую отдачу от реализации проектов по подобной джентрификации, реновация позволяет экономить ресурсы, устанавливать центры притяжения, повышать уровень экологии и отлично справляется в борьбе с маргинализацией [2][4].

Как показывают примеры решение вопроса о такой реновации требует индивидуального рассмотрения в каждом случае, однако целесообразность таких проектов не вызывает сомнений, они с успехом адаптируются к реализации в разных контекстных условиях.

Современные экономические, социальные, демографические изменения не позволяют городам существовать на том же, уровне на котором когда-то был сформирован их град-каркас. Преобразования градостроительной системы затрагивают интересы как всего населения, так и властей. Предстоит решить ряд вопросов в управлении территориальным развитием при определенных позитивных и негативных изменениях в этой сфере. Положительной современной тенденцией является комплексное стратегическое развитие городов с сохранением потенциала исторических районов, которое учитывает их особенности, сильные стороны и ограничения [3].

Осталась также дополнительная перспектива по анализу подобных проектов в других регионах, в том числе и в России.

## Список литературы

1. Демидова Е. В. Проблема реабилитации городских пространств. – «Академический вестник» № 2. УралНИИпроект РААСН, 2009. – 241с.
2. Максимов С. Н., Сиротникова, М. В. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных программ реновации городских территорий [Статья] / С.Н. Максимов М.В. Сиротникова // Научная электронная библиотека, интегрированная с Российским индексом научного цитирования eLibrary.Ru, 1998. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41187216>
3. Шевелев, В.Г. Применение системного подхода к реконструкции общей системы рекреационных пространств набережной правобережной части воронежского водохранилища [Статья] / В.Г. Шевелев // Архитектурные исследования: сб. науч. тр. / ВГАСУ. – Воронеж, 2015. – С. 41-49
4. PWC Россия, Пространство города для человека. Исследование уровня динамики градостроительного развития крупнейших мегаполисов мира, 2018. – URL: <https://www.pwc.ru/ru/publications/city-space/smart-cit-full.pdf> (дата обращения: 12.05.2022).

## РАЗВИТИЕ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ ВЫСТАВОЧНЫХ ЦЕНТРОВ

М.И. Желободько, М.И. Акимова  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)»,  
[maksim.zhelobodko@gmail.com](mailto:maksim.zhelobodko@gmail.com)

*В течение всего XX века наблюдался существенный рост числа выставочных центров по всему миру. Так, за прошедшие 100 лет, более половины всех зданий, предназначенных для экспонирования предметов искусства, были спроектированы на территории Европы. История выставочных центров, в привычном современному человеку виде, насчитывает 3 века, однако особенности его планировочных структур были детально изучены и изложены специалистами различных сфер лишь за прошедшие 50 лет.*

*Более глубокое исследование выставочных центров с архитектурной точки зрения привело к привлечению специалистов различных сфер к процессу их проектирования. Благодаря усложнению структуры*

*зданий данного типа, начали формироваться архитектурные бюро, основной спецификой которых выступили культурно-просветительские проекты, направленные на экспонирование объектов искусства. Причем данная тенденция в архитектуре охватила как страны североамериканского континента, так и страны Европы и Азии.*

*Однако несмотря на многосторонний подход к типологии выставочных центров, сегодня в научной литературе фактически отсутствуют систематизированные сведения об особенностях изменений их пространственных структур. Выставочные центры с архитектурной точки рассматриваются либо с эстетической позиции, как средство привлечения внимания посетителей за счёт создания необходимой атмосферы экспозиции, либо с функциональной – для выполнения социально-образовательной роли. Но в новейшей истории архитектуры необходим рациональный подход для исследования выставочного центра как эстетически идеологического объекта, так и образовательного для поколений будущего.*

*Структура выставочных центров становится интересным объектом для исследования, благодаря авторскому подходу современных архитекторов при проектировании данного типа зданий.*

*Работа по исследованию планировочной структуры выставочных центров носит учебно-просветительский характер. Выступает в качестве подготовительного материала студентов при работе с планировочными схемами выставочных центров и экспозиционных пространств.*

*Ключевые слова: архитектура, типология зданий, выставочные пространства, теория и история архитектуры, экспозиционное пространство*

При рассмотрении развития выставочных центров в контексте истории, переломным этапом стала эпоха Средневековья, которая сменила собой Античные времена. Данный период характеризуется, в первую очередь, сменой религиозных взглядов, которые непременно отразились на отношении к предметам искусства и их хранению. В результате круглые в плане экспозиционные пространства, представленные ротондой, сменились протяженными в плане галереями, представленными анфиладами.

К концу XVII в. отдельные здания, специально предназначенные для экспонирования выставок, такие как музеи и галереи, были уже окончательно сформированы. У всех у них была обнаружена общая характерная особенность – пространственное ядро, служащее центром

и главный элемент архитектурной композиции. Первоначально ядро подчеркивалось куполом – играло смысловую и идеологическую роль, однако позднее лестничный узел, а также вестибюль сыграли важнейшую роль, как смысловую, так и функциональную [1]. Так как с их появлением, форма зданий стала вытянутой по длине, а это, в свою очередь, привело к преобладанию протяженных галерей с внутренними летних двориками и распространению малых залов в плане здания. Эти изменения отразились на типах маршрутов поточного движения посетителей.

Так, классические выставочные залы стали разделять по линейной и кольцевой схемам движения посетителей, первые характеризовались преобладанием Н- и П-образной формой зданий в плане, а также отсутствием пространственного ядра, а вторые – характеризовались усложнением экспозиционного пути за счет увеличения числа «петель», осуществляемых посетителями вокруг пространственного ядра, наиболее часто представленного внутренним двориком [2].

В результате, к концу XIX в. пространство экспозиционных залов выставочных центров было продиктовано организацией маршрутов движения посетителей, а оформление интерьеров – ценностями эпохи.

Результаты исследования показали, что пространственное ядро в проектах выставочных центров XX-XXI вв. градирировалось по степени идеологического и пространственного отдаления от экспозиции здания [3]. В большинстве проектов роль ядра взял на себя атриум или же открытый двор, который смещает архитектурно-композиционное ядро за пределы здания. Так или иначе ядро в истории новейшей архитектуры остается важным элементом в структуре выставочного центра, это подтверждается многочисленными обращениями современных архитекторов к традиционным схемам построения пространственного ядра в планировочной композиции [4; 5].

Сегодня, в архитектуре проектов выставочных центров происходят значительные изменения, которые проявляются через утрату смыслов, заложенных на ранних стадиях развития классических планировочных схем выставочных центров. Система движения в современных выставочных зданиях строится за счет формирования зрительного образа, нежели исходя из функционально-планировочных зависимостей. За счет этого происходит разобщение классического назначения выставочного центра и его архитектурного воплощения в современной архитектуре.

## Список литературы

1. Ермоленко Е. В. Пространственное ядро в структуре музея / Е. В. Ермоленко // Международный электронный научно-образовательный журнал "Architecture and Modern Information Technologies" "Архитектура и современные информационные технологии" (AMIT). – 2017. – №2(39).
2. Ермоленко Е. В. Пространственная организация системы движения в современном музее / Е. В. Ермоленко // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБОУВО Тюменский индустриальный университет, Институт Архитектуры и Дизайна. – Тюмень, 2017. – С. 68-73.
3. Чугунова А.В. Музейная архитектура в рамках движения «Новая музеология» // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена: аспирантские тетради: науч. журнал. – 2011. – № 131. – С. 370-374.
4. Ермоленко, Е. В. Музеи конца XX - начала XX века. Специфика новейшего архитектурного языка / Е. В. Ермоленко. – LAP Lambert Academic Publishing, Saarbrücken, 2014. – 95 s.
5. Кокорина, Е. В., Танкеев, А. С. Теоретические концепции и научно-проектные предложения формирования современных музейных / Е. В. Кокорина, А. С. Танкеев. – Воронеж, Воронежский ГАСУ, 2015. – 115 с.

## ВОЗДУХООЧИСТКА КАК БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ ЦЕНТРА ИССЛЕДОВАНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Е.А Мазилова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», mazilova-elizaveta@mail.ru

*Рассмотрены особенности формирования типологической модели научно-экспериментального центра исследований экосистемы с воздухоочистительной установкой в границах участка комплексного развития территории, с учетом показателей загрязнения воздуха в определенных районах города Новосибирска.*

*Ключевые слова: комплексное развитие территорий, экологичный, научно-исследовательский, система воздухоочистки, типологическая модель.*



Комплексное развитие территорий – это нормативно-регламентирующий инструмент, направленный на обновление и развитие определенных земельных участков в структуре города. В современной практике разработка современной типологической модели всегда происходит с использованием проектно-исследовательского подхода, что позволяет выстроить работающие связи с экономическими, социальными и экологическими факторами для каждого региона [1]. Исследовательский подход заключается в многофакторном, междисциплинарном, полифункциональном обследовании территории, так и разрабатываемой темы, с целью предполагаемого последующего строительства новой типологической модели. Проектный подход подразумевает создание типологической модели в рамках реальных условий и в соответствии с нормативно-регламентирующей базой в большей степени, регулирующей типовое проектирование. Проектно-исследовательский подход помогает организовать индивидуальную систему мышления, выстроить специализированный терминологический аппарат, более досконально сосредоточиться на реализации и развитии концептуальности проектируемого объекта.

В основу концепции положена неразрывная связь социально-экономического развития и экологизации окружающей среды, где городской кластер исследований экосистемы высотного типа – потенциальный драйвер развития крупного города и одновременно опорная точка комплексного устойчивого развития [2].

Умные города (smart cities) – современный ответ требованиям цифровизации - градостроительная концепция интеграции множества информационных и коммуникационных технологий. Целью создания «умного города» является улучшение качества жизни жителей с помощью инструментов, повышающих эффективность обслуживания и удовлетворяющих множества потребностей [3].

Воздухоочистительная установка – Siberia Air Skyscraper - экологичный небоскреб, который употребляет минимум энергии и не только не производит вредных выбросов, но и направлен на изменение экологической ситуации (в зависимости от размера установки и при повышении высотного регламента городов, направленный на очистку территории определенного радиуса до (6км<sup>2</sup>)). Благодаря такой инновационной установке состояние атмосферного воздуха придёт в норму и очистит его от вредных газов [4].

Учитывая все особенности города Новосибирск, разработка такой типологической модели представляется необходимой: показатели ухудшения состояния индекса качества воздуха за 2021 год возросли, в

связи с большим количеством автомобилей, строительством и промышленными предприятиями [5].

Таким образом, в процессе дипломного проектирования и разработки проекта центра исследований экосистемы с модулем воздухоочистки для города Новосибирска были сформулированы некоторые требования к созданию такой типологической модели:

1. Воздухоочистительная система, как правило, имеет вертикальную высотную ориентацию, но в условиях СФО (климат, холодная температура) такое решение не является эффективным, что позволило предложить совмещенный горизонтально-вертикальный объемно-пространственный концепт, являющийся основным путем очистки;

2. При использовании вертикальной воздухоочистительной системы, как правило, путь очистки составляет порядка 200 метров с радиусом очистки до 2 км<sup>2</sup>, когда горизонтально-вертикальное решение позволяет увеличить путь очистки практически вдвое и радиус очистки до 6 км<sup>2</sup>;

3. Использование воздухоочистительной системы возможно (в соответствии с нормативно-регламентирующей базой РФ и на основе анализа зарубежного опыта) рассматривать как часть многофункционального современного комплекса, включающего в себя как общественно-деловые, так и жилые функции;

4. Архитектурно-градостроительные решения (размещение объекта в ткани города, решение участка) предопределяются оценкой состояния загрязненности районов городской среды и позволяют использовать в решении приобъектного благоустройства как современные технологии (зеленый паркинг, эко-материалы площадок), так и формировать новые и нужные городу общественно-коммуникативные пространства;

5. Архитектурно-планировочные решения должны разрабатываться с учетом шумоизоляции, а также с учетом компактности многофункционального объекта, включающей гармоничную трассировку функциональных потоков;

6. Объемно-пространственные и архитектурно-художественные решения должны учитывать современные требования зеленых технологий, энергоэффективности, экологичности и общий контекст рентабельности объекта;

7. Совокупность инженерных, архитектурно-градостроительных, архитектурно-планировочных, объемно-пространственных, архитектурно-художественных решений способна в гармоничном

соотношении в значительной степени влиять на создание устойчивой современной архитектуры.

### **Список литературы**

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2014 № 190 – ФЗ (ред. от 1.03.2022) // Глава 10. Комплексное развитие территории: [официальный сайт]. – URL <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody&nd=102090643> (дата обращения 5.02.2022)
2. Лебедев А.А. Пространственный анализ и обновление малых городов // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. – №3(52). – С. 242251. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2020/3kvart20/PDF/13\\_lebedev.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2020/3kvart20/PDF/13_lebedev.pdf) (дата обращения 8.03.2022)
3. Петровская Е.И. Метод выявления перспектив развития и основ формирования комплексного средового кода для локальной территории / Е.И. Петровская, М.А. Демчук // 2020. – №4(53). – С. 216–248. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2020/4kvart20/PDF/14\\_petrovskaya.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2020/4kvart20/PDF/14_petrovskaya.pdf) (дата обращения 18.03.2022)
4. Нойферт Э. Строительное проектирование / пер. с нем. К.Ш. Фельдмана, Ю.М. Кузьминой // ред. З.И. Эстрова и Е.С. Раевой. – Москва: Стройиздат, 1991. – 392 с. (дата обращения 24.03.2022)
5. Индекс качества воздуха (АКИ): [официальный сайт]. – URL: <http://aqicn.org/city/novosibirsk/ru/> (дата обращения 18.03.2022).

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ**

Н.С. Манаев, И.В. Чаплин

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет путей  
сообщения», [ivannumber1\\_chaplin@mail.ru](mailto:ivannumber1_chaplin@mail.ru)

*В пределах городов эксплуатируется большое количество искусственных сооружений, обеспечение безопасной эксплуатации которых является необходимым условием бесперебойного функционирования дорожного сообщения. В работе рассмотрены типы искусственных сооружений, эксплуатируемых в городских условиях, общие сведения об эксплуатации искусственных сооружений в городских условиях, а также причины возникновения дефектов искусственных сооружений в городских условиях.*

*Ключевые слова: эксплуатация, особенности эксплуатации, мосты, путепроводы, городские условия, причины возникновения дефектов,*

Во время эксплуатации путепроводов возникают дефекты, повреждения и отказы, вызванные особенностями нахождения в городских условиях. Определение этих дефектов является очень важным процессом, от которого зависит корректность классификации фактического технического состояния. В настоящее время для оценки технического состояния мостовых сооружений используются два отраслевых нормативных документа:

- для сооружений на автомобильных дорогах – ОДМ 218.3.014-2011 «Методика оценки технического состояния мостовых сооружений на автомобильных дорогах.»

- для сооружений на железных дорогах – Инструкция № 2162/р по оценке состояния искусственных сооружений ОАО «РЖД» от 01.10.2019 г.

Определив общее состояние сооружения и состояние его отдельных элементов, вероятность их безотказной работы до следующего осмотра и прогнозируемую долговечность конструкций, можно планировать ремонтные работы, включая в план ремонтных работ сооружения и элементы с наихудшими показателями [1]. Цель работы – определить причины возникновения проблем эксплуатации искусственных сооружений в городских условиях. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определение типов ИССО, эксплуатируемых в городских условиях.

2. Изучение данных об эксплуатации ИССО в городских условиях.

3. Определение проблем эксплуатации ИССО в городских условиях.

В городских условиях эксплуатируются такие искусственные сооружения, как: путепроводы; эстакады; мосты; водопропускные трубы; лотки; дюкер; подпорная стенка; тоннели. За всеми искусственными сооружениями на протяжении всего периода их эксплуатации проводится систематический контроль технического состояния, включающий: осмотры, текущие осмотры, периодические осмотры, обследования, испытания и специальные наблюдения [2].

Контроль технического состояния эксплуатируемых мостов необходим для своевременного назначения технических и организационных мероприятий, направленных на сохранность и работу в исправном состоянии в течение всего расчетного срока службы мостов, обеспечение безопасного и бесперебойного движения обращающейся нагрузки без ограничений, а также содержание

внешнего вида искусственных сооружений в надлежащем виде. Отметим, что особенностью эксплуатации железнодорожных мостов, путепроводов и эстакад в пределах городской территории является требование устройства железнодорожного бесстыковым с шумопоглощающей конструкцией скреплений и, при необходимости, с шумопоглощающими экранами [3].

В рамках выполнения работы проанализированы имеющиеся дефекты пролетных строений городских железнодорожных путепроводов с использованием автоматизированной информационно-аналитической системы управления содержанием искусственных сооружений (АСУ ИССО). Диаграмма распределения дефектов пролетных строений городских железнодорожных путепроводов представлена на рисунке 1.



*Рисунок 1 — Диаграмма распределения дефектов пролетных строений городских железнодорожных путепроводов*

Как видно из диаграммы рисунка 1, наиболее распространенные дефектами пролетных строений городских мостов являются выщелачивание цементного камня бетона (26 %), нарушение окраски или других антикоррозионных покрытий (23 %), дефектные или отсутствующие водоотводные трубки (14 %) и сколы бетона (12 %). сходя из анализа диаграммы (см. рис. 1) установлены причины возникновения дефектов искусственных сооружений, вызванные особенностями эксплуатации в пределах городских территорий:

- некорректная система водоотвода;
- повышенное содержание углекислого газа;
- электрокоррозия;
- постоянное воздействие обращающейся нагрузки на сооружения;
- посыпка антигололедных веществ;
- неисправные коммуникации, проходящие по сооружениям;
- несанкционированные рекламные размещения;

- несоблюдения установленных габаритов перевозимых грузов.

Регулярные обследования мостовых сооружений и своевременное выполнение работ по устранению дефектов позволяют существенно повысить эксплуатационную надежность искусственных сооружений, увеличить их срок службы до проведения капитальных ремонтов, а также уменьшить стоимость ремонтных работ.

### **Список литературы**

1. Инструкция по оценке состояния и содержания искусственных сооружений ОАО «РЖД». Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 01 октября 2019 №2162/р. – М.: ОАО «РЖД», 2019. – 124 с.
2. Инструкция по содержанию искусственных сооружений. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 02.10.2020 № 2193/р. – М.: ОАО «РЖД», 2020. – 88 с.
3. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84\* // ОАО «ЦНИИС». – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 340 с.

## **АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ИНТЕРЬЕРАХ ТЕРМОЯДЕРНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

А.В Налбандян

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [nastena.nalbandyan@mail.ru](mailto:nastena.nalbandyan@mail.ru)

*Термоядерные комплексы являются перспективным научно-промышленным направлением, и интересной задачей для изучения не только в области термоядерной реакции, но и в области колористики. Специфика таких комплексов накладывает свои ограничения на выбор колористики интерьера. Окраска комплексов складывается из знаков и окраски безопасности, окраски поверхностей (стены, пол, потолок) и окраски оборудования. Целью исследования является: анализ цветовое решение интерьеров термоядерных комплексов, расположенных по всему миру. Систематизация выявленных закономерностей в использовании цветов для интерьера. Обобщение полученных результатов и формулирование различий между подходами к колористическому оформлению комплексов.*

1. Действующие токамаки в мире.

*Токамак* - тороидальная установка для магнитного удержания плазмы. Устройство предназначено для осуществления реакции термоядерного синтеза. Энергия, выделяющаяся при этой реакции, должна превысить энергию, расходуемую для формирования плазмы и запуска реакции.

Первый токамак под названием Т-1 построен в 1955 году в Советском Союзе в Институте атомной энергии. Через год заработал еще один токамак Т-2. После этого в течение десяти лет токамаки существовали только в СССР, а мировые разработки в этой области находились далеко позади. Развития технология получила с момента публичного объявления в 1968 году результатов работы советского токамака Т-3. На данный момент в мире существует около 26 действующих комплексов.

### 2. Окраска и знаки безопасности.

Сигнальные цвета предназначены для обеспечения безопасности людей. устанавливает четыре основных цвета безопасности, которые следует использовать для повышения безопасности.

В зависимости от ситуации каждому цвету присвоен значение, которое позволяет людям сразу определить, какой тип опасности им угрожает, при нахождении в этом месте (участке, территории), даже если они слишком далеки, чтобы читать какие-либо фактические надписи. Эти цвета выбраны исходя из психологии восприятия, ассоциативности цвета.

Красный цвет – запрещение, непосредственная опасность; желтый цвет – предупреждение ("Внимание", "Возможная опасность"); синий цвет – указание, информация; зеленый – предписание, безопасность.

Для усиления зрительного восприятия сигнальных цветов они применяются на фоне контрастных цветов. Контрастные цвета применяются также для выполнения графических символов и поясняющих надписей, в сочетании с — белым или черным, на знаках безопасности.

Стандарты знаков и окраски безопасности закреплены в ГОСТ 12.4.026-2015 «Система стандартов безопасности труда, цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний»

### 3. Цвето-поведенческие смысловые команды.

Специфика восприятия цвета складывается из того, в какой последовательности происходит восприятие пространства. Чаще всего, в движении поступательном, т. е в процессе перехода из одного помещения в другое или панорамном-обозревая помещение, находясь

непосредственно внутри него [1, 2]. Цветовые сочетания, возникающие при таком способе восприятия, сохраняются в памяти на некоторое время. Чем проще цвета (возникает ассоциативность) [3, 4], входящие в состав цветowych сочетаний, тем больше вероятность, что человек обозревающий помещение, запомнит их на более продолжительное время и, тем самым, повысит свою способность к ориентации в пространстве.

4. Анализ колористики интерьеров термоядерных комплексов.

Для анализа колористики интерьеров были взяты 14 комплексов, а именно: Т-10 (Россия), ТЕХТОР (Германия), Туман-3М (Россия), т-15мд (Россия), ЕGYPTOR (Египет), ЖЕТ (Великобритания), Т-11М (Россия), TRIAM-1М (Япония), STOR-М (Канада), Tore Supra (Франция), ADITYA (Индия), DIII-D (США), COMPASS (Чехия). Проанализировав колористику, можно сделать вывод: 1. Пространство термоядерных комплексов в большинстве случаев окрашивается в светлые цвета (пол, станы, потолок), а токамак, наоборот, в яркие цвета (красный, синий, оранжевый и их оттенки), что делает его "центром" пространства. 2. Проанализировав окраску комплексов в зависимости от страны расположения, можно сделать вывод, что предпочитают более яркую окраску помещений и оборудования: Германия, Египет, Франция, Великобритания, Индия. Предпочитают менее яркую окраску: Россия, Япония, Канада, США. Можно предположить, что такой выбор окраски основывается на специфике ассоциативности цвета в эти странах, культуре и нормирующих документах [5, 6]. Выявленной зависимости от региона не выявлено.

### **Список литературы**

1. Бэббит Эдвин Принципы света и цвета. Исцеляющая сила цвета. - Киев: София, 1996. - 320 с.
2. Филлинг Г., Ауэр К. Человек. Цвет. Пространство. - Москва: Стройиздат, 1973. - 144 с.
3. Алексеев С. С. Цветоведение для архитекторов. - Москва: Л-ГОНТИ, 1938. - 160 с.
4. Грегори Р Глаз и мозг. Психология зрительного восприятия. - Москва: Прогресс, 1970. - 279 с.
5. Демидов В. Е. Как мы видим то, что видим. - Москва: Книга по Требованию, 2013. - 240 с.
6. Кравков С.В Цветовое зрение. - Москва: Академии наук СССР, 1953. - 188 с.



## ПРОЕКТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ

В. В. Нарайкина, А. Б. Храмцов  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
khrantsov\_ab@bk.ru

*В работе представлен проект культурно-досугового центра, направленный на повышение качества среды прибрежной зоны города (на примере Тюмени). Территория проектирования состоит из зоны объектов речного транспорта, непосредственно речной порт, пристани и причалы. Спроектирован культурно-досуговый центр, включающий 4 независимых части здания с разным функциональным наполнением, входящих в единое строение. Данный проект может быть реализован и в других старинных городах с аналогичными проблемами.*

*Ключевые слова: проектирование, культурно-досуговый центр, общественное пространство, промышленная зона, городская среда, прибрежная территория, речной порт, Тюмень.*

Территория речного порта в долгосрочной стратегии нуждается в комплексном формировании прибрежной инфраструктуры, что станет основой повышения качества среды данной местности. Основная идея проекта состоит в том, чтобы на территории речного порта создать совершенно новую социальную среду, в которую включить жителей города, путем проектирования культурно-досугового центра с музеем судостроения, как инструментом ментальной «отсылки» к истории судостроения в городе. Сами объекты речного порта (причалы, краны и т.д.) будут принимать в проекте активное участие, как декорация или как непосредственно составная часть [1].

Объект проектирования – культурно-досуговый многофункциональный центр «ОСНОВА». Он является центром композиции на фрагменте генерального плана и акцентом на территории проектирования. Основная идея облика здания заключается в том, что 4 независимых части здания с разным насыщением и функционалом выходят на одно общественное пространство и тем самым соединяются в единое строение. Объем здания имеет разную этажность: 3 части по 4-5 этажей и 1 часть – 15 этажей. В самой высокой части располагаются преимущественно офисные и рабочие пространства.

Внутреннее центральное пространство, слепляющее все объемы воедино, способствует общей динамике подхода. Люди, перемещаясь из одной части здания в другую, будут встречаться и обмениваться идеями, поэтому на первых 2-х этажах функция более общественная и открытая. В то время как, поднимаясь выше, идет разделение функций для более тихой работы. Наиболее активным объемом выступает часть развлекательной функции (фудкорт, кинозал, торговые помещения), именно она отделана белым перфорированным листом металла. В пространстве данный объем достаточно активен и является центром композиции объекта.

На минус первом этаже размещен паркинг на 125 машино-мест. Попасть в него можно с ул. Госпаровской или по вновь пробитой «фиолетовой» ветке со стороны берега. Внутреннее движение организовано по кругу и имеет 2 выезда.

Согласно нормативам градостроительного проектирования, в г. Тюмени должна быть обеспечена «непрерывная система озеленённых территорий и других открытых пространств» [2]. Вследствие этого рекреационная функция сохраняется на протяжении всей набережной (прибрежной зоны). По требованиям Свода правил, обеспечивается взаимосвязь помещений паркинга с помещениями здания; «допускается через тамбур-шлюзы с подпором воздуха при пожаре и дренчерными завесами над проемом со стороны стоянки автомобилей с автоматическим пуском» [3]. Согласно нормативам, габариты машино-места следует принять – 5,3 х 2,5 м (следует учесть минимально допустимые зазоры безопасности) [2].

Объем офисной части здания распространяется еще на 7 этажей выше. Окна арочные 2-х типоразмеров. На некоторых этажах имеются лоджии. В общем пространстве имеются парадные лестницы. Для большего удобства в развлекательной части есть два эскалатора. Кровля плоская и эксплуатируемая с размещением кровельных фонарей нестандартной конфигурации.

Здание имеет комбинированную конструктивную схему. По внешнему периметру это несущие стены, а внутри – колонны. Ядром жесткости является вертикальная конструкция, которая выполнена в виде лестничной клетки, лифтовой шахты или вертикального коммуникационного канала из кирпича, монолитного или сборного железобетона, обладающая пространственной жесткостью и совместно с диском перекрытия повышающая (обеспечивающая) устойчивость здания. Лестнично-лифтовые узлы являются не только сообщением между этажами, но и эвакуационными выходами. Именно поэтому расстояние или «эвакуационный путь» – это путь движения и

перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре из любой точки здания до лестничной клетки не превышает 25 м. Ливневая канализация скрыта в пороге ограждающей конструкции [4].

Таким образом, в прибрежной зоне предлагается создать многофункциональный общественный центр, который свяжет ее с центром города. Разработанный проект культурно-досугового центра на участке речного порта включает комплекс строений из отеля, музея, мастерских и других объектов. Результатом реализации проекта станет решение проблемы благоустройства прибрежной территории, наполнение ее новыми функциями. Очевидно, что в других старинных городах также встречаются заброшенные прибрежные территории, требующие реновации. В этой связи данный проект может стать универсальным инструментом повышения качества городской среды.

### **Список литературы**

1. Кубочкин С. Н. Тычковка, Сарай, Потаскуй: из истории Тюменских окраин XIX – начала XX вв. – Тюмень: Стройиздат, 2002. – 296 с.
2. СП 113.13330.2012 Актуализированная редакция СНиП 21-02-99\* (с Изменением № 1) «Стоянки автомобилей»: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200092706> (дата обращения: 02.02.2022).
3. СП 356.1325800.2017 «Конструкции каркасные железобетонные сборные многоэтажных зданий. Правила проектирования»: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550558717> (дата обращения: 02.02.2022).
4. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 02.04.2022).

# ОБЗОР СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ЗАРУБЕЖНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА УРБАН-ВИЛЛ ИМНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

С.К. Нуждов, С.В. Литвинов

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-  
строительный университет (Сибстрин)», s.nuzhdov@edu.sibstrin.ru

*В данной работе применен метод сравнительного анализа, с помощью которого рассмотрены примеры зарубежного и отечественного строительства и проектирования урбан-вилл и многоэтажных многоквартирных жилых домов. Сформулированы выводы: к какому типу здания относится городская вилла; принципиальные отличия урбан-вилл от обычного многоэтажного жилого дома.*

*Ключевые слова: урбан-вилла, городская вилла, многоэтажный жилой дом, многоквартирный дом, жилое здание, зарубежный и отечественный опыт, сравнительный анализ.*

Городская вилла – новый формат жилья в России, который пришел из Европы. Это дома малой и средней этажности, которые сочетают в себе преимущества одновременно загородного и городского жилья [1]. Концепция такого жилья подразумевает наличие приватности жильцов и организацию «зеленого» пространства вокруг таких домов.

Актуальным для рассмотрения опыта строительства и проектирования урбан-вилл является недостаточное количество информации в отечественной практике.

Целью исследования является подтвердить или опровергнуть, что городская вилла в России – это новый тип жилого здания, принципиально отличающийся от обычного многоквартирного дома.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1) Сравнение зарубежного и отечественного опыта проектирования и строительства урбан-вилл и многоэтажных многоквартирных жилых домов;

2) Сформулировать основные различия в результате сравнения.

В данной работе применен метод сравнительного анализа. Хронологические границы – начало XXI в. – настоящее время.

Для выбора основных критериев была взята теоретическая модель идеальной городской виллы, которую разработал Березин Д.В. в своей диссертации [2]. В модели выделен ряд свойств, которым может соответствовать идеальная городская вилла.

Все данные сведены в таблицу, на основании которых были получены следующие диаграммы (рис. 1-5):

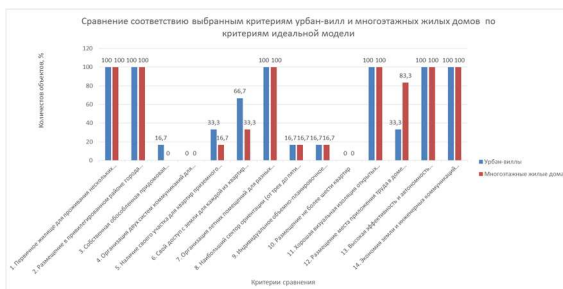


Рисунок 1 – Диаграмма сравнения урбан-вилл и многоэтажных жилых домов по критериям идеальной модели

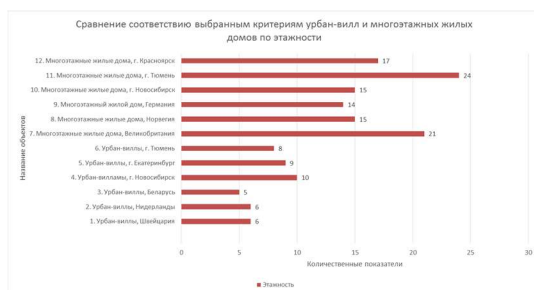


Рисунок 2 – Диаграмма сравнения урбан-вилл и многоэтажных жилых домов по этажности



Рисунок 3 – Диаграмма сравнения урбан-вилл и многоэтажных жилых домов по коэффициенту плотности застройки



Рисунок 4 – Диаграмма сравнения урбан-вилл и многоэтажных жилых домов по наибольшей комнатности квартир

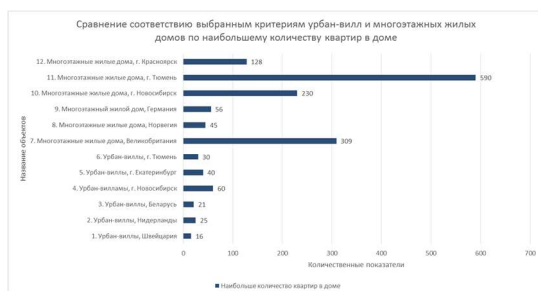


Рисунок 5 – Диаграмма сравнения урбан-вилл и многоэтажных жилых домов по наибольшему количеству квартир в доме

Таким образом, в результате сравнения можно сделать вывод, что городские виллы в России в большинстве случаев практически ничем не отличаются от обычных многоквартирных жилых домов средней и повышенной этажности: нет индивидуализации каждой жилой ячейки, высокая плотность застройки, большая этажность в сравнении с европейскими урбан-виллами, большое количество квартир в доме.

Следовательно, они не соответствуют основной концепции урбан-вилл - не создается такой образ жизни, сочетающий в себе элементы загородной жизни в городской среде [3]. Получается, что на данный момент «урбан-виллы» в России – многоквартирный жилой дом средней этажности с отдельными элементами, характерными для городских вилл.

### Список литературы

1. Лалетина, Т. В. Актуальные планировочные решения: городские виллы / Т. В. Лалетина, Е. В. Глазюленкова // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. – 2018. - № 3. – С. 152-156.

2. Березин, Д. В. Архитектура «городской виллы» как направление развития элитарного жилища: специальность 18.00.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Березин Дмитрий Владимирович. – Екатеринбург, 2006. – 22 с.
3. The Urban Village Project. [Электронный ресурс] URL: <https://www.urbanvillageproject.com/> (дата обращения 22.04.2022).

## ПРОЕКТНОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПО СОЗДАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА

М. А. Пахомова, А. Б. Храмцов  
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»,  
khramtsov\_ab@bk.ru

*Современные проектные разработки позволяют создать экологически чистое городское пространство, приблизиться к решению экологической проблемы на городском уровне. Цель исследования – разработать многофункциональный комплекс и средства визуальной коммуникации в городской среде с учетом современных экологических требований. Представлен проект многофункционального комплекса каркасного и ствольного конструктивного решения, является высотной доминантой (36 этажей) с открытыми и закрытыми пространствами, выполняющими общественные функции: торговоразвлекательные, зоны питания (кафе, бары и рестораны), офисные помещения.*

*Ключевые слова: многофункциональный комплекс, средства визуальной коммуникации, малые архитектурные формы, городская среда, экология, рекреационные зоны.*

Сегодня в странах мира всё больше становится популярна проблема ухудшения экологического состояния городов, стран и планеты в целом. Загрязнение окружающей среды отражается на изменении климата, жизни человека, его состоянии и здоровье. Ряд стран в настоящее время реализуют на своей территории проекты эко-городов [1]. Следовательно, проектные разработки в сфере совершенствования городского пространства имеют особое практическое значение.

Для проектирования был выбран объект, располагающийся в центре композиции и являющийся главным концептуальным центром. В него заложены все принципы создания гармоничной и экологичной среды

вокруг: озеленение горизонтальных и вертикальных плоскостей, переработка дождевой и солнечной энергии, использование экологических материалов в интерьерных пространствах здания.

Объект является высотной доминантой, которую можно заметить из любой точки рассматриваемой проектом территории. Объём гармонично вписывается в композицию средовых решений и является завершением перспективных видов главных осей улиц. Здание выполнено в стиле органической архитектуры, состоит из 36 этажей по 4 метра каждый, а также включает в себя 3 основных объёма: 2 высотных и треугольный. Этажи постепенно визуальнo поворачиваются против часовой стрелки вокруг оси вращения примерно на 7 градусов, а также уменьшаются.

Весь объект отдан под общественные функции. Так как треугольный объём близко взаимодействует с архитектурной средой вокруг, включает в себя как открытые, так и закрытые пространства, в нём расположились торговые, развлекательные пространства, кафе, бары и рестораны. В высотном же объёме преобладает офисная функция, но на верхних этажах располагается смотровая площадка, а также ресторан с панорамным видом на проектируемую территорию.

По конструктивному решению здание является каркасным и ствольным [2]. Конструкции, расположенные вокруг здания, не являются несущими, в них заложена система отчистки и переработки дождевой воды для дальнейшего использования. Данные конструкции подвешены на тросах, которые закреплены в верхней части здания. Также эти конструкции являются частью плит перекрытия [3].

Кроме многофункционального комплекса, предлагается разработка средств визуальной коммуникации (малые архитектурные формы) [4].

Средства визуальной коммуникации – один из инструментов создания экологически чистой, комфортной общественной и жилой функции в городской среде [5]:

1) Остановочные комплексы. Одним из принципов эко-проекта является изменение транспортной системы, а точнее переориентирование общественного транспорта на использование альтернативной энергии. Автобусы и другие средства могут «зарядиться» на остановочных пунктах во время загрузки или высадки пассажиров при помощи энергии, накопленной солнечными батареями.

2) Средства визуальной коммуникации для проходной зоны: лавка, урна, крепление для деревьев. Все они основываются на идеях формообразований, используемых в остановочном комплексе. Эргономика лавок является не очень комфортной для долгого сидения, так как это не является их основной задачей. По этой же причине в них



не встроены розетки. Все эти удобства можно встретить в малых архитектурных формах, разработанных для отдельных функциональных общественных зон. В данных объектах форма исходит из особенностей размеров коляски для инвалидов. Так, люди без проблем могут передохнуть, поговорить между собой без трудностей и разницы высот.

3) Средства визуальной коммуникации для функциональных зон. Для площадей различной типологии были разработаны специальные средства визуальной коммуникации. Они более эргономичны для человека. В них установлены солнечные батареи, энергия от которых передаётся в розетки. Помимо этого, вблизи расположены зоны для парковки альтернативного транспорта (велосипедов и электронных самокатов), а также урны для сортировки мусора.

4) Средства визуальной коммуникации для спортивной зоны. Все вышеперечисленные экологические аспекты также учтены в малых архитектурных формах, разработанных для спортивных зон. Только в них используется кинетическая энергия, создаваемая самими пользователями при выполнении физических упражнений. Вся эта энергетика передаётся для освещения территории и работы розеток [6].

Таким образом, разработанные многофункциональный комплекс и средства визуальной коммуникации призваны создать экологически чистое городское пространство, что не только благоприятно отразится на общем показателе состояния экологии в городе, но также послужит примером для реконструкции других общественных пространств, чтобы приблизиться к решению экологической проблеме на уровне сел, городов и регионов. В долгосрочной перспективе реализация таких проектов улучшит экологическую ситуацию, а также физическое и психическое здоровье граждан.

### **Список литературы**

1. Борисова Д. Е. Проект «эко-город»: зарубежный опыт / Д.Е. Борисова // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: мат. нац. с международным участием конференции. – Тюмень: ТИУ, 2021. – С. 285-287.
2. Свод правил СП 118.13330.2012: СНиП 2.08.02-89. Общественные здания и сооружения [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1-4); Введ. с 01.09.2014. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 36 с.
3. Свод правил СП 118.13330.2012: СНиП 31-05-2003. Общественные здания административного назначения [Текст]. Актуализированная

- редакция СНиП 31-06-2009 (с Изменениями N 1-4); Введ. с 01.09.2014. – Москва: Изд-во стандартов, 1989. – 36 с.
4. Васин С. А. Проектирование в графическом дизайне / С.А. Васин [и др.]. – Москва: Машиностроение-1, 2006. – 320 с.
  5. Прохожев, О. А. Проектирование средств визуальной коммуникации / О. А. Прохожев. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – 96 с.
  6. Поляков И. А. Использование средств альтернативной энергетики при формировании художественного образа в архитектуре / И.А. Поляков, С.В. Ильвицкая // Архитектура зданий и сооружений. – Москва: ГУЗ, 2017. – С. 160-173.

## СОВРЕМЕННАЯ ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ: ЦЕНТР АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.О. Сандалова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)», [ASandalova@yandex.ru](mailto:ASandalova@yandex.ru)

*Рассмотрена концепция и особенности аддитивных технологий в строительстве в применении к проекту в границах СФО. Определены технические, экономические и ряд других преимуществ использования 3D-печати, а также проблематика использования технологии в России. Выявлена новизна исследования и практическая значимость проектируемого объекта. Разработана современная типологическая модель центра аддитивных технологий и принципы ее проектирования. Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, архитектура, проектирование, типологическая модель, центр аддитивных технологий.*

В строительной сфере на протяжении двух десятилетий можно наблюдать стремительный рост качества строительства зданий и сооружений. Одно из перспективных направлений в области возведения всевозможных сооружений – строительная 3D печать, где аддитивные технологии (Additive manufacturing) – изготовление изделий по данным цифровой модели (или САД-модели) методом послойного экструдирования материала.

Особенности 3D-строительства: скорость; экологичность и рентабельность материалов; более широкий спектр вариаций архитектурных форм, которые сложно создать при стандартном методе

строительства; выгодная стоимость; качество и точная геометрия; высота зданий до 80 м; экономия труда (вместо строительной бригады для обслуживания 3D-принтера достаточно оператора принтера и человека, отвечающего за подачу бетонной смеси); в будущем существует возможность дистанционного или полностью автоматизированного строительства [1].

Новизна исследования и практическая значимость:

В России ряд университетов проводят научные исследования по строительным материалам для 3D принтеров, что является отсутствующей научно-исследовательской базой в контексте формирования региональной типологической модели на территории СФО [1]. Также исследования технологии актуально в связи с проблемами в строительной отрасли СФО в части создания полноценного цикла 3D печати малоэтажного жилья, МАФ, элементов интерьерного дизайна. Практическая значимость исследования заключается в разработке некоторых проектных принципов в процессе дипломного проектирования региональной типологической модели ЦАТ (на примере г. Новосибирск).

Главные проблемы использования 3D-строительства в России:

1. Отсутствие нормативно-регламентирующей базы для такого типа архитектурно-градостроительных объектов.

2. Необходимость и потенциальная возможность развития рынка строительных материалов 3D-печати.

3. Высокая стоимость оборудования, связанная с отсутствием производства крупных серий (механизмы адаптации с целью доступности экономической модели) [2].

Чтобы выявить особенности и сформулировать принципы проектирования центра аддитивных технологий (АТ) были рассмотрены следующие 3 подгруппы объектов (их опыт проектирования, включающий типологические особенности):

- научно-исследовательское и дизайнерское производство;
- индустриальное производство, представляющее массовую печать элементов строительных конструкций, полногабаритную печать;
- выставочно-рекреационное пространство с функцией экспериментального обучения.

Изучены существующие стандарты и требования аддитивного производства (материалы, конструкции, технологии, оборудования, контроль качества, контроль свойств и порядок применения изделий).

Выявлены принципы проектирования типологической модели (ТМ):

- целесообразно проектировать ЦАТ в виде комплекса зданий и сооружений;

- к архитектурно-градостроительным принципам следует относить включенность объекта (ТМ) в ткань города, в программу социально-экономического и пространственного развития городской среды;
- на архитектурно-градостроительные принципы будет оказывать влияние размерность комплекса, в том числе, производительная (количество и ассортимент выпускаемой продукции);
- к архитектурно-планировочным принципам следует относить взаимоуязванность элементов ТМ, компактность, формирование новой технологической модели, привязанной к габаритам оборудования;
- к объемно-пространственным принципам следует относить потенциальную значимость объекта, размещаемого как внутри ткани города, так и вне ее, средствами объемно-пространственной композиции (массивность, контрастность, динамичность, статичность и др.);
- к архитектурно-художественным принципам следует относить сомасштабность городской среде, художественные средства усиления образа (ритм, метр фасадных решений), разноэтажность элементов объекта и др.

### **Список литературы**

1. Демиденко А.К., Кулибаба А.В., Иванов М.Ф. Перспективы применения 3D-печати в строительном комплексе Российской Федерации // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2017. №12(63). С. 71–96.
2. Малышева В.Л., Красимилова С.С. Возможности 3D-принтера в строительстве // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2013. №12.2. С. 352–354.
3. Иноземцев А.С., Королев Е.В., Зыонг Тхань Куй. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 863–876. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.7.863-876.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ МОБИЛЬНОГО ЖИЛИЩА ДЛЯ НАУЧНЫХ СОТРУДНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕВОЙ РАБОТЫ

К.С. Тихонов, Ю.И. Тарасова  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет  
архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячков»,  
kirya.tihonov.97@mail.ru

*Предложены функциональные модели мобильного жилища для научных сотрудников в условиях экспедиций с учетом ряда факторов: специфичных функциональных процессов, продолжительности проживания, допустимого числа человек в жилом модуле, зависящего от сроков экспедиции. Отмечены две из них - краткосрочная на 4 человека и долгосрочная на 2 человека.*

*Ключевые слова: мобильное жилище, мобильная жилая ячейка, жилище экспедиционного типа, жилой модуль, жилье для научных сотрудников, функциональная модель*

Мобильное жилище всегда представляет интерес для концептуальных разработок и исследований. Современные технологии и материалы привносят новизну в существующие предложения и позволяют выйти на принципиально новые решения. Так совершенствуется и прогрессирует такой вид жилища. Вечный поиск оптимального сочетания необходимых и достаточных функций и удобная компоновка функциональных мест в пространстве с обязательно компактными и ограниченными возможностями, на характеристики которого влияют применяемые конструктивные системы и материалы, является предметом всеобщего изучения. А специфика функционального использования вносит свои особенности в объемно-пространственное решение мобильного жилища в целом.

Предметом исследования являются функциональные процессы, характерные для научных сотрудников и в условиях полевых работ, что стало актуальным для научного сообщества Академгородка в Новосибирске. Целью стало построение функциональных моделей мобильного жилища для научных работников в условиях экспедиций с учетом особенностей деятельности и современных конструкционных и технологических возможностей.

Функциональное наполнение жилища составляют базовые процессы, такие как сон, отдых, прием и приготовление пищи и т.д., определенные ЦНИИЭП Жилища [1]. В вопросах функционально-пространственной организации мобильного жилища экспедиционного

типа работа Н.А. Сапрыкиной «Мобильное жилище для Севера» 1986 г. раскрыла перечень недостающих и необходимых процессов: приготовление пищи, прием пищи и ее хранение - индивидуально, в жилом модуле; хранение одежды (прихожая) [2].

Помимо базовых, следует выделить и специфические процессы, связанные с интеллектуальной, исследовательской и научной деятельностью. Среди них отметим: профессиональная научная деятельность, профессиональное общение и общение с коллегами [3, 4]. Опрос представителей научного сообщества Новосибирского Академгородка (Институт Археологии и Этнографии), участвующих в экспедициях, позволил сформулировать ряд дополнительных потребностей, в том числе для условий выездного проживания, которые составили специфику функционального наполнения: камеральная лаборатория, место для работы с ПК, биотуалет.

Временный характер проживания научных сотрудников в условиях полевых работ был классифицирован на две категории: краткосрочное и долгосрочное (более месяца) пребывание. Также было установлено оптимальное количество человек, способных проживать в одном модуле, в краткосрочных условиях - четверо и долгосрочных - двое.

Таким образом, сформированы две функциональные модели для научных сотрудников в условиях полевых работ: краткосрочная на 4 человека и долгосрочная на 2 человека. Первая отличается универсальностью пространства и базируется на принципе трансформируемости. Последняя - с возможностью различной компоновки жилых модулей друг относительно друга на территории лагеря археологов, а также их стыковки и отдельных функциональных блоков между собой.

### **Список литературы**

1. Жилая ячейка в будущем / ЦНИИЭП Жилища: под науч. ред. Б.Р. Рубаненко, К.К. Карташовой. - М.: Стройиздат, 1982. - 198 с., ил.
2. Сапрыкина Н.А. Мобильное жилище для Севера. - Л.: Стройиздат, 1986
3. Штейгер Д.Э. Опыт проектирования жилья для научных сотрудников в России // Ноэма. - 2020. - №2(5). - С. 152-166. URL: [https://noema.nsuada.ru/archive/05\\_2020\\_02/13](https://noema.nsuada.ru/archive/05_2020_02/13)
4. Штейгер Д.Э. Предпосылки и тенденции формирования служебного арендного жилья в сибирских наукоградах // Ноэма. - 2019. - №2(2). - С. 129-135. URL: [https://noema.nsuada.ru/archive/02\\_2019\\_02/13](https://noema.nsuada.ru/archive/02_2019_02/13)

## СЕКЦИЯ

# СОВРЕМЕННЫЕ РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В  
ГРУНТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

В.А.Вандышева,<sup>1</sup> Р.Р.Файзулин <sup>2</sup>, А.В.Мазгалева <sup>3</sup>, В.А.Бобыльская<sup>4</sup>  
Сибирский государственный университет водного транспорта

<sup>1</sup> [vvandyseval3@gmail.com](mailto:vvandyseval3@gmail.com),

<sup>2</sup> [rinatf23@gmail.com](mailto:rinatf23@gmail.com)

<sup>3</sup> [a.v.mazgaleva@nsawt.ru](mailto:a.v.mazgaleva@nsawt.ru),

<sup>4</sup> [ek@ngs.ru](mailto:ek@ngs.ru)

*Одна из задач, стоящих перед разработчиками новых экологически безопасных строительных материалов – это создание материалов с применением отходов промышленного производства, что позволяет решить сразу 2 насущные проблемы: куда девать отходы производства и как получить более дешевые строительные материалы требуемых параметров качества.*

*Цель работы – определить влияние золошлаковых отходов на прочностные характеристики укрпкляемых грунтов.*

*Ключевые слова: Золошлаковые отходы, цементогрунт, грунтобетон, отходы асбестоцементного производства.*

Необходимость создания строительных материалов с применением отходов промышленного производства – одна из основных задач, стоящих перед разработчиками новых экологически безопасных строительных материалов. Кроме этого, в связи со сложившейся на сегодняшний день ситуацией на рынке строительных материалов, возникла острая необходимость получения строительных материалов с низкой себестоимостью, что даст возможность снизить цены на строительные материалы. Особенно это актуально при строительстве в сельской местности.

Применение строительных материалов, в основе которых грунт, золошлаковые отходы и цементное вяжущее, позволяют решить проблемы рециклинга золошлаковых отходов и улучшить экологическую обстановку в регионе, т.к. климат и развитая промышленная база в Западной Сибири способствует накоплению

данных отходов в невероятных объемах.

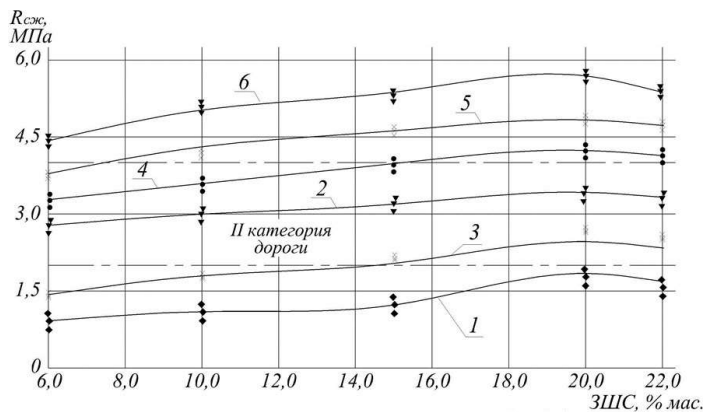
Задачи, стоящие перед разработчиком материалов на основе грунта:

- уплотнение исходной массы грунтобетона;
- обеспечение связки в массиве грунтобетона;
- получение достаточных прочностных характеристик получаемого материала;
- увеличение водостойкости и морозостойкости конечного продукта.

Для решения задачи получения достаточных прочностных характеристик грунтобетона на сжатие и изгиб были проведены следующие исследования:

- определение влияния расхода золошлаковой смеси на прочностные показатели при сжатии образца;
- определение влияния расхода золошлаковой смеси на прочностные показатели при изгибе образца.

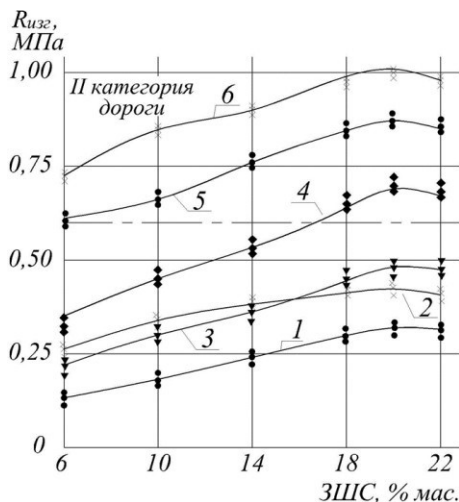
На базе проведенных опытов были получены следующие зависимости, характеризующие влияние содержания золошлаковых смесей в цементогрунте на прочностные характеристики грунтобетона (Рисунки 1, 2).



- 1 – цемент (4%); 2 – цемент (8%); 3 – цемент (4%)+ОАЦП (6%);  
4 – цемент (8%)+ОАЦП (6%); 5 – цемент (8%)+ОАЦП (12%);  
6 – цемент (10%)+ОАЦП (12%)

Рисунок 1 - Влияние содержания золошлаковых смесей на прочностные характеристики грунтобетона - сжатие





- 1–цемент(4%); 2– цемент (8%); 3–цемент (4%)+ОАЦП (6%);  
 4 – цемент (8%)+ ОАЦП (6%); 5 – цемент(8%)+ ОАЦП (10%);  
 6 – цемент(10%)+ОАЦП (10%)

Рисунок 2 - Влияние содержания золошлаковых смесей на прочностные характеристики грунтобетона - изгиб

В результате проведенных испытаний установлено, что для уплотнения суглинков и увеличения прочностных характеристик грунтобетона необходимо введение 18-22% золошлаковых отходов.

### Список литературы

1. Пичугин А.П. Использование комплексных добавок для укрепления грунтов в сельском дорожном строительстве /А.П. Пичугин, В.А. Гришина, В.Ф. Хританков. // Строительные материалы. – 2008. – № 10. – С. 36-38.
2. Пичугин А.П. Физико-химические процессы в укрепленных грунтах / А.П. Пичугин, В.А. Гришина, И.К. Языков // Строительные материалы. – 2009. - № 12. – С. 41-43.
3. Мазгалова А.В. Грунтобетон с добавками для строительства дорог и сооружений / Бобыльская, С.И Лещенко // «Сибирский научный вестник». Новосиб. научн. центр «Ноосферные знания и технологии» РАЕН. Вып. XXIV. Новосибирск: Изд. СГУВТ, - 2020г. С.57-62

4. Мазгалева А.В. Грунтобетон с добавками для строительства сельских дорог и сооружений / А.П. Пичугин, В.А. Бобыльская, С.И. Лещенко // СТРОЙСИБ - 2021. Эффективные методологии и технологии управления качеством строительных материалов. Сборник научных трудов по материалам национальной научно-технической конференции с международным участием. – Новосибирск, 2021. – С. 113-117.

## МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ БЕТОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ

Е. В. Лыткина, канд. техн. наук, доцент, С.А. Гаращук, студент  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), г.Новосибирск, Россия,  
[s.garachshuk@edu.sibstrin.ru](mailto:s.garachshuk@edu.sibstrin.ru)

*Аннотация: исследовано влияние различных видов метаксаолина на свойство мелкозернистых бетонов. Мелкозернистые бетоны используются для заделки трещин перед гидроизоляцией, стяжки и выравнивания полов, заделки проемов между окном и стеной, а также, благодаря своим свойствам, применяется для формовки густоармированных элементов. В статье приведены результаты исследования мелкозернистой бетонной смеси с применением различных метаксаолинов. Полученные результаты показывают, что добавка метаксаолин повышает прочность бетонной смеси и выступает как ускоритель твердения в нормальных условиях.  
Ключевые слова: метаксаолин, мелкозернистый бетон, пуццолановая добавка.*

*Abstract: the influence of various types of metakaolin on the properties of fine-grained concrete is investigated. Fine-grained concrete is used for sealing cracks before waterproofing, screed and leveling floors, sealing openings between the window and the wall, and due to its properties is used for forming densely reinforced elements. The article presents the results of a study of a fine-grained concrete mixture using various metakaolines. The results obtained show that the metakaolin additive increases the strength of the concrete mixture and acts as a hardening accelerator under normal conditions. Keywords: metakaolin, fine-grained concrete, pozzolan additive.*

## **Введение.**

В настоящее время в Российской Федерации под влиянием западных и турецких строительных фирм активно развивается монолитное строительство [1]. Это обуславливает необходимость применения высокоподвижных бетонных смесей [2-3], и особенно, мелкозернистых (песчаных) смесей, поскольку во многих регионах остро ощущается дефицит крупного заполнителя [4]. Его месторождения либо отсутствуют, либо представлены слабыми осадочными породами. Ряд очевидных недостатков мелкозернистого бетона, к которым, например, относятся повышенные пористость и удельная поверхность твердой фазы, отсутствие жесткого каменного скелета, высокое содержание цементного камня и пр., сдерживают его широкое применение. Все эти недостатки, могут быть устранены путем повышения прочности мелкозернистого бетона.

В статье приводится исследование по влиянию метакаолина (МТК) на прочностные характеристики мелкозернистого бетона (БСМ).

Изучив различные литературные источники, можно сделать вывод, что метакаолин вводится в бетонную смесь в количестве до 15% и приводит к повышению прочности на 28 сутки на 25–65%. [5-6]

## **Материалы и методы исследования.**

В качестве вяжущего использовался цемент ЦЕМ 1 42,5Б производства ООО «СЛК Цемент».

В качестве суперпластификатора использовался суперпластификатор на основе полиариллов производства компании MasterBuilderSolutions Poleheed 3043.

В качестве мелкого заполнителя использовался песок с карьера Кучино модуль крупности -2,1.

В исследовании участвовали метакаолины производства компании ООО «Синерго», ВМК-45, ВМК-35, а также метакаолин, полученный из отходов при производстве пеностекла.

*Таблица 1 – Химический состав метакаолина*

	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	ППП
Содержание, %	42–43	53– 54	0,4– 0,8	0,3– 0,5	0,8– 1,1	0,05	0,15	до 1,5

## **Технология изготовления.**

При приготовлении подобных смесей мелкозернистых бетонов, следует учитывать особенность суперпластификаторов с комплексом

«вяжущее+МТК». Для исключения негативных эффектов при смешивании проводилось сухое смешивание компонентов: песка, цемента, МТК. Затем добавление 60% воды, затем 40% воды с добавкой суперпластификатором.

Для изучения влияния проводилось замещение цемента МТК в 10% соотношении.

Составы бетонных смесей и свойства приведены в таблицах 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний бетонных смесей и их состав.

Компоненты	№1	№2	№3	№4
Цемент	450	405	405	405
Песок	1450	1450	1450	1450
ВМК-45	-	45	-	-
ВМК-35	-	-	45	-
Отходы при производстве пеностекла	-	-	-	45
Добавка пластификатор	4,5	4,5	4,5	4,5
Вода	271,5	251	241	248
В/Ц	0,6	0,56	0,54	0,56
В/Т	0,6	0,50	0,48	0,49
ОК, см	18	16	17	16
Прочность, МПа				
1 сут	6,1	5,1	3,0	4,8
3 сут	18,0	16,6	16,5	17,1
7 сут	22,0	26,8	23,3	26,5
28 сут	32,6	39,7	33,7	37,8

На рисунке 1 представлен сравнительные прочности бетонов с разными МТК.

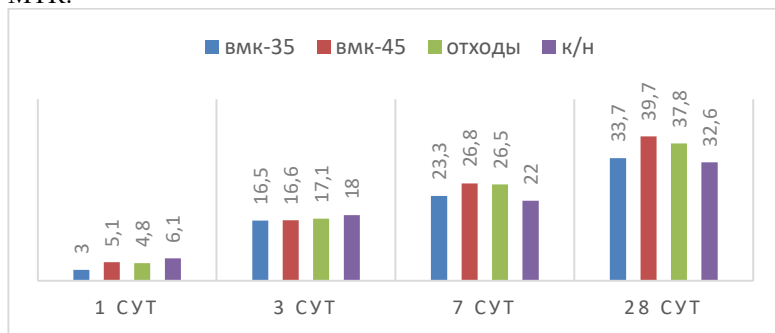


Рисунок 1 – график сравнение бетонов с применением различных МТК.

Вывод: при сравнение различных видов метакаолина, лучшую прочность показал метакаолин ВМК-45, и метакаолин, полученный из отходов производства пеностекла.

### **Список литературы**

1. Малинина Л.А., Батраков В.Г. Бетонovedение: настоящее и будущее // Бетон и железобетон, 2003, No 1. – С. 6-8.
2. Улицкий И.И. Определение величин деформации ползучести и усадки бетонов. – Киев, 1963. – 348 с.
3. Каприелов С.С., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кузнецов Е.Н. Влияние органоминерального модификатора МБ-50С на структуру и деформативность цементного камня и высокопрочного бетона // Бетон и железобетон, 2003, No 3. – С. 2-7.
4. Жуков В.В. Основы стойкости бетона при действии повышенных и высоких температур: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05. – М., 1981. – 43 с.
5. Н.М.Крассиникова, С.В.Степанов, А.Ф.Искандарова  
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕТАКАОЛИНА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА // «ИННОВАЦИОННАЯ НАУКА». - 2015. - №7. - С. 41–43.
6. Хозин В.Г., Морозов Н.М., Мугинов Х.Г. Особенности формирования структуры модифицированных песчаных бетонов. // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 72–73.

## **МИНЕРАЛЬНЫЕ ДОБАВКИ КАК СОХРАНЯЮЩИЕ СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ АГЕНТЫ**

Е.В. Гемадиев, А.А. Дятчина, О.А. Игнатова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет НГАСУ (Сибстрин), e-mail: [egor42rus8@mail.ru](mailto:egor42rus8@mail.ru)

*Были проведены испытания образцов грунта с различными добавками минеральных вяжущих материалов, отслеживалась динамика изменения прочности образцов и их поведение при взаимодействии с водной средой. Применение грунтов, укрепленных минеральными вяжущими, обеспечивает улучшение структурных свойств местных грунтов, что позволяет допустить возможность использования такого материала в конструкции автомобильных дорог.*

*Ключевые слова: укрепление грунтов, минеральные вяжущие, конструкции дорожных одежд.*

*Soil samples were tested with various additives of mineral binders, the dynamics of changes in the strength of the samples and their behavior when interacting with the aquatic environment were monitored. The use of soils reinforced with mineral binders improves the structural properties of local soils, which makes it possible to use such material in the construction of roads.*

*Key words: soil strengthening, mineral binders, pavement structures.*

Отечественное дорожное строительство основывается на применении инертных материалов (песок, щебень) и полностью зависит от их наличия, так как именно они предполагают использование типовых конструкций дорожных одежд для строительства и ремонта объектов транспортной инфраструктуры. Но такой подход ведет к увеличению стоимости строительства и ограничению возможности создания широкой сети автомобильных дорог в достаточно сжатые сроки. При этом очень часто местные грунты совершенно непригодны для использования в дорожном строительстве, а доставка инертных материалов, особенно качественного щебня, к месту производства дорожно-строительных работ ведет к удорожанию этих материалов в несколько раз [1].

Целью данной работы является подбор составов местных грунтов с применением минеральных добавок, повышающих их структурные и прочностные свойства.

Для оценки влияния добавок были использованы суглинки пылеватые.

Были испытаны контрольные составы без добавок, с добавкой известных стабилизаторов – цемента (12%) и негашеной извести (10%). Также были рассмотрены варианты укрепления грунтов с применением микрокремнезема МК-85 ПАО НЛМК, трепела Потанинского месторождения. Помимо этого, были использованы золы ТЭЦ. В частности, высококальциевые золы Канско-Ачинских бурых углей (ВКЗ) и кислая зола кузнецких каменных углей (КУЗ).

*Таблица 1 – Относительная прочность образцов*

№№	Состав	Относительная прочность, %
1	Грунт	100
2	Грунт + 10% извести	123
3	Грунт + 12% цемента	151
4	Грунт + 12% ВКЗ	71
5	Грунт + 12 – 20% КУЗ	121

6	Грунт + МК 7%, известь 10%	57
7	Грунт + трепел 7%, известь 10%	51
8	Грунт + 12% ВКЗ + известь 1:1	99
9	Грунт + 12% ВКЗ + цемент 1:1	100

Наибольшее увеличение прочности показали известные стабилизаторы цемент и известь. Также добавка кислой золы ТЭЦ оказала положительное влияние на прочностные характеристики укрепленных грунтов.

Испытание на капиллярное всасывание проводилось по ускоренному методу, при непосредственном контакте образцов с поверхностью воды, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний на капиллярное всасывание

№№	Составы	Состояние образца после насыщения водой	K <sub>разм</sub>
1	Контрольный образец (грунт 100%)	полная потеря структурной прочности, переходит в состояние вязкого теста	0
2	Грунт + МК 7%, известь 10%	сохраняет структуру	0,22
3	Грунт + КУЗ	сохраняет структурную прочность и способность воспринимать механическую нагрузку	0,35
4	Грунт + ВКЗ	сохраняет структурную прочность и способность воспринимать механическую нагрузку	0,28

Продолжение таблицы 2

5	Грунт + ВКЗ + известь	сохраняет структурную прочность и способность воспринимать механическую нагрузку	0,35
6	Грунт + ВКЗ + цемент	сохраняет структурную прочность и способность воспринимать механическую нагрузку	0,40

Результаты испытаний показывают, что коэффициент размягчения далек от водостойкого материала, но укрепленные минеральными добавками грунты продемонстрировали устойчивость структуры.

**Выводы.** Применение активных минеральных добавок позволяет улучшить свойства местных грунтов, благодаря чему они не теряют свою структурную прочность при водонасыщении.

В перспективе, замена традиционных материалов, используемых для дорожных одежд, на грунты, укрепленные минеральными вяжущими,

позволит значительно снизить стоимость строительства и приведет к увеличению темпов возведения автомобильных дорог.

### **Список литературы**

1. Восканянц К. Е., Разработка составов и технологий укрепления и стабилизации грунтов для автодорожного строительства. – У.: ВСГУТУ, 2018. – 1 с.
2. Ильина О. Н., Коновалов Н. В. Дорожно-строительный материал на основе местных минеральных материалов, обработанных комплексным вяжущим. – К.: КГАСУ, 2019. – 5 с.
3. Игнатова О. А., Дятчина А. А. Применение зол тэц в дорожном строительстве. НСК.: НГАСУ (Сибстрин), 2018. – 4 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УКРЕПЛЕНИЯ МЕСТНЫХ ГРУНТОВ ГИДРОФОБНЫМИ СОСТАВАМИ**

А.А. Коновалов, А.А. Дятчина, В.С. Прибылов  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (НГАСУ (Сибстрин))  
e-mail: [cool.konovalo2014@yandex.ru](mailto:cool.konovalo2014@yandex.ru)

*Показана возможность применения грунтов, укрепленных минеральными вяжущими с добавкой гидрофобизаторов, для устройства рабочих слоев земляного полотна и местных дорог невысоких категорий. По результатам испытаний установлено, что составы грунтоминеральных смесей с добавлением извести и цемента показали повышение прочности на 23-51% относительно неукрепленного грунта. Положительный эффект гидрофобизации отмечен при поверхностном нанесении органорастворимых силанов (ССК) и водного раствора акрилового латекса (АКЛ).*

*Ключевые слова: укрепление грунтов, поверхностно-активные вещества, гидрофобизаторы, минеральные вяжущие.*

В условиях Западной Сибири основным материалом для сооружения земляного полотна являются глинистые грунты. Такие грунты вызывают трудности при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, так как отличаются повышенной склонностью к пучинообразованию, существенно меняют свои физико-механические свойства при увлажнении и замерзании [1]. В свою очередь, это



приводит к деформациям, нередко к полному разрушению конструкции дорожной одежды.

*Целью работы* является исследование изменения физических свойств связных грунтов, обеспечение их долговечности и устойчивости. Этого можно достичь при условии коренного качественного изменения природных свойств таких грунтов.

Многолетние исследования в различных странах мира показали [2], что повышение водоустойчивости глинистых грунтов можно обеспечить, используя поверхностно-активные вещества (ПАВ), позволяющие стабилизировать такие грунты.

Гидрофобизаторы – широкий класс разных по составу и происхождению ПАВ, которые в малых дозах положительно влияют на формирование свойств грунтов, как за счет активизации физико-химических, так и за счет оптимизации технологических процессов [2].

Для реализации поставленных целей по оценке эффективности гидрофобизаторов применены классические минеральные добавки - известь, цемент и высококальцевая зола (ВКЗ). В качестве местного грунта был использован суглинок пылеватый [3]. Прочность образцов грунтоминеральной смеси, выдержанных в течение 14 суток, в сухом состоянии представлена в Таблице 1.

*Таблица 1 – Относительная прочность*

№ пп	Состав	Относительная прочность, (среднее значения), %
1	Грунт	100
2	Грунт +10% извести	123
3	Грунт + 12% цемента	151
4	Грунт + (12 – 20) % ВКЗ	70 - 91

По результатам испытаний укрепленных грунтов минеральным вяжущим установлено, что составы с добавлением извести и цемента показали повышение прочности на 23-51% относительно неукрепленного грунта. Состав с ВКЗ, напротив, прочность потерял, и для повышения строительно-технологических характеристик грунта, необходима его модификация различными гидрофобизирующими и полимерными добавками [4].

Для оценки эффективности гидрофобизации также было проанализировано влияние пропиток и полимерных добавок различного типа. Обработка водным раствором метилсиликоната калия (МСК) и введение в состав добавки водной стирол-акриловой дисперсии (САД) не приводит к повышению водостойкости образцов глинистого грунта.

Положительный эффект **гидрофобизации** отмечен при **поверхностном нанесении органорастворимых** силанов (ССК) и водного раствора акрилового латекса (АКЛ). Стоит отметить, что добавка КО показывает увеличение прочности укрепленного грунта в сухом состоянии, но при непосредственном взаимодействии с водой образец поддался разрушению в зоне контакта с ней, а капиллярный подъем воды по образцу происходил медленнее, чем у образцов с минеральными добавками. Испытаниями установлена достаточная водостойкость стабилизированных грунтов, обработанных гидрофобизаторами (см. рисунок 1).

**Выводы.** Использование (поверхностной) гидрофобизации грунтов дает как положительный, так отрицательный эффект, в зависимости от вида применяемого ПАВ. Обработка водным раствором метилсиликоната калия (МСК) и введение в состав грунта добавки водной стирол-акриловой дисперсии (САД) не приводит к повышению водостойкости образцов, из-за того, что в массиве не происходит цементация пор, препятствующая капиллярному проникновению влаги.

Применение **органорастворимых** силанов (ССК) и водного раствора акрилового латекса (АКЛ), поверхностным нанесением, существенно повышает несущую способность и водостойкость грунтов, так как образуемая пленка, на поверхности грунта, закрывает крупные поры и за счет натяжения не дает мелкой воде просачиваться.

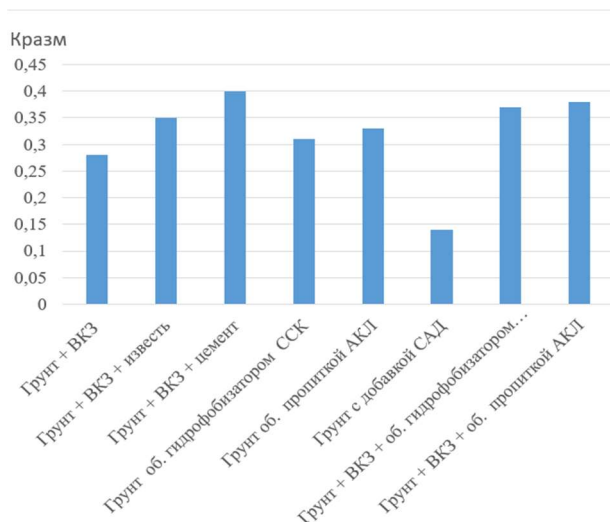


Рисунок 1 - Оценка водостойкости стабилизированных образцов

Использование в связанном грунте добавки кремнийорганического гидрофобизатора (КО) при концентрации 1мл. на 100г. также показало увеличение его прочности в сухом состоянии.

Таким образом, учитывая вышесказанное, поверхностная гидрофобизация позволяет повышать устойчивость грунтов к воздействию воды. Укрепленные гидрофобизаторами грунты можно применять для устройства рабочих слоев земляного полотна и строительства местных дорог.

### **Список литературы**

1. Украинчук А. Ю. Стабилизация грунтов методом использования гидрофобизирующих добавок для снижения пучинообразования грунтов/ Молодой ученый. - 2012. - № 1 (36). - Т.1. - С. 45-48.
2. Абрамова Т.Т., Босов А.И., Валиева К.Э. Стабилизаторы грунтов в отечественном дорожном и аэродромном строительстве/ Дороги и мосты. - 2013. - №2. - С. 60-85.
3. Игнатова О.А., Дятчина А.А Организация контроля качества золошлаковых отходов/ Современные материалы, техника и технологии. - 2018. - №5. - С. 52-56.
4. Повышение качества оснований автомобильных дорог/ Игнатова О.А., Дятчина А.А. // Сборник статей XII Международной научно-технической конференции «Современные автомобильные материалы и технологии (саммит - 2020)». - 2020. - С. 129-134.

## **УСТРОЙСТВО ГИДРОИЗОЛЯЦИИ В МОСТОВОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

А.Д. Романовская, А.Р. Чередник  
Сибирский государственный университет путей сообщения,  
romanovskaya.albina2017@yandex.ru

*В работе рассмотрены основные типы и виды гидроизоляции. Приведены этапы подготовки и технологии производства работ по укладке гидроизоляционных материалов. Контроль качества проводимых работ. Изучены основные причины некачественной укладки гидроизоляции. Проведено исследование адгезии материала к основанию при различных условиях, на основе которых сделаны выводы и даны рекомендации по соблюдению требований при работе с гидроизоляцией.*

*Ключевые слова: гидроизоляция, рулонная гидроизоляция, адгезия, наплавление, адгезиметр.*

В большей части России остро стоит проблема строительства дорог. Дороги важно строить в соответствии со всеми техническими требованиями. Много важных этапов строительства дорог, одним из основных является гидроизоляция, именно поэтому выбранная тема является очень актуальной.

Если гидроизоляционный слой отсутствует, то замерзшая вода оказывает высокое давление на поверхностный слой дорожного полотна, разрушает его, попадая в небольшие трещины. Объемы воды оказывают сильное воздействие на поверхностные и другие слои дороги. Если установлена хорошая дорожная гидроизоляция, то вода не сможет проникнуть через нее к покрытию дорожного полотна. Значит, строительство дорог в районах с неблагоприятным климатом не приведет к их разрушению.

Качественная гидроизоляция нужна, для того чтобы:

- Предотвратить проникновение влаги внутрь покрытия.
- Уменьшить эффект водной эрозии при повреждении полотна.
- Уменьшить возможность возникновения и расширения трещин при перепадах температуры, образование наледи на трассе.
- Особенно важно устройство изоляции на стратегически важных и аварийно опасных участках дороги. Это позволяет поддерживать отличное состояние проезжей части, что в значительной степени снижает риск ДТП.

Рассмотрим основное требование при укладке гидроизоляции.

1. При работе с гидроизоляцией на мостах следует уделять внимание на хорошую подготовку поверхности. Поверхность основания следует очистить от грязи и мелкой пыли, высушить и при необходимости обработать праймером для обеспечения наилучшей адгезии материала.

Исследование адгезии гидроизоляции к поверхности основания.

Материалы и методы: цементно-стружечная плита, наплаваемая гидроизоляция ТЕХНИКОЛЬ Техноэласт ЭПП.

Мы выделили три основных фактора влияющих на качество укладки гидроизоляции: пыль и мелкий мусор, повышенная влажность, все условия соблюдены.

Ход эксперимента:

Вначале необходимо приклеить металлическую пластину к материалу, после чего обрезать гидроизоляционный материал по ее периметру. Далее пластина закрепляется в домкрат и тянется до момента отрыва, или расслоения.

По данным СП 46.13330.2012 п.13.16 гидроизоляция должна иметь адгезию к материалу проезжей части не менее 0,294 МПа.

В результате проведения исследования было выявлено, как те или иные условия влияют на качество наплавления гидроизоляции. Негативные факторы, такие как повышенная влажность или мелкий мусор, при которых усилие на отрыв составило 0,9 и 0,6 МПа соответственно, значительно ухудшают адгезию гидроизоляции, что в дальнейшем приведет к разрушению всей конструкции дорожного полотна.

#### Рекомендации:

- 1- На поверхности основания не должно быть пыли и грязи
- 2- Работы по устройству гидроизоляции должны выполняться в сухую погоду
- 3- По продольным сторонам листы материала наклеивают внахлест 80-100 мм. В поперечных стыках смежных рулонов не менее 150 мм.

#### **Список литературы**

1. Румянцев, Б. Системы изоляции строительных конструкций: учебное пособие/ Б. Румянцев, А. Жуков – М.: МГСУ, 2014.-640 с.
2. Руководство: гидроизоляция дорог: технология и способы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://adne.info/gidroizolyaciya-dorog-texnologiya-i-sposoby/>
3. Гидроизоляция дорог и аэродромов. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.geoplenka.ru/articles/oblasti/gidroizoljacija-dorog-i-ajerodromov/>

## **XPS ПЛИТЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АЭРОДРОМОВ**

Сибикина М. С., Соловьёва А. Н.

Сибирский государственный университет путей сообщения,  
[ritasibikina@gmail.com](mailto:ritasibikina@gmail.com)

*Цель исследования – выяснение причин и технологии использования теплоизоляционных материалов в строительстве аэродромов. В работе рассмотрены проблемы в строительстве аэродромов, которые связаны с климатом в России. Определяется главная характеристика, которой должна обладать теплоизоляция помимо теплопроводности. Так же особое внимание было уделено проверке образца дорожной теплоизоляции на эту характеристику по ГОСТу. В*

*результате определено, что теплоизоляция, производителя ТЕХНОНИКОЛЬ, соответствует необходимым и заявленным характеристикам.*

*Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, аэродромы, пучнистые грунты, вечномерзлые грунты, экструзионный пенополистирол*

В России амплитуда колебаний может составлять до 50 градусов. В связи с этим появляются проблемы, связанные с повреждением не только аэродромов, но дорог вообще.

Целью проекта является выяснение причин и технологии использования теплоизоляционных материалов в строительстве аэродромов.

Можно выделить 2 проблемы связанных с перепадом температур: строительство на пучнистых грунтах; строительство на вечномерзлых грунтах.

Первая проблема - это строительство на пучнистых грунтах. Процесс промерзания таких грунтов сопровождается вертикальным подъёмом поверхности грунта относительно ее положения в теплое время, при этом подъём происходит часто неравномерно. Это сопровождается развитием сил морозного пучения, которые действуют на основание дорог и сооружений.

Вторая проблема – это строительство на вечномерзлых грунтах. Вечномерзлые грунты представляют собой ярко выраженные структурно-неустойчивые грунты, так как при оттаивании происходят просадки в результате нарушения природной структуры. При промерзании оттаявшего грунта возможно его пучение. Поэтому нельзя допускать оттаивания вечномерзлых грунтов под дорогой.

Для решения обеих проблем используют теплоизоляцию.

Покрытие и изоляция аэродромов должны выдерживать долговременную статическую и динамическую нагрузку. Поэтому в районах, где грунты основания подвержены вспучиванию при сезонном воздействии морозов, рекомендуют использовать жёсткие XPS-плиты. Примером жесткой XPS-плиты является XPS CARBON SOLID 500 и XPS CARBON SOLID 700.

Таким образом вторым по значимости физико-механическим свойством после теплопроводности является способность материала выдерживать нагрузки, то есть предел прочности при сжатии.

Для определения физико-механических свойств было взят образец XPS CARBON SOLID 500.

Для определения прочности на сжатие при 10 %-ной линейной деформации был взят образец с формой поперечного сечения квадрат. Размеры образца были измерены штангенциркулем и составили: ширина – 98,8 мм; длина – 98,5 мм; высота – 51,0 мм. Значения не превышают допустимые значения.

Далее образец был помещен по центру плит прессы. После этого пресс был запущен.

Сжатие продолжалось до момента наступления состояния пластической 10%-ой деформации образца.

В конце был построен график зависимости относительной деформации ( $\epsilon$ ) образца от напряжения ( $\sigma$ ).

По графику можно сделать вывод, что 10% линейная деформация XPS Технониколь CARBON SOLID произошла при напряжении равном 605 кПа, что соответствует заявленной характеристике в паспорте материала.

Подведем итоги. Полотно аэродрома должно обладать повышенной прочностью по сравнению с автодорожным полотном, так как при любых незначительных деформациях велик шанс аварии. XPS-плиты, как часть этой конструкции, обладают необходимой прочностью, что было проверено экспериментально.

### **Список литературы**

1. Черноусов С.И., Инженерная геология для транспортных строителей – Новосибирск, 2019 – 190с.
2. Румянцев Б.М., Системы изоляции строительных конструкций/Румянцев Б.М., Жуков А.Д. – Москва, 2014 – 639с.
3. ГОСТ 17177-94 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Методы испытаний - МНТКС - М.: ИПК Издательство стандартов, 1996 г.

## ВЛИЯНИЕ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ АКТИВАЦИИ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПОЛУСУХОГО ПРЕССОВАНИЯ

А.В. Сизова, Т.Е. Шоева, Г.И. Стороженко  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), [Shoeva\\_geotom@mail.ru](mailto:Shoeva_geotom@mail.ru)

*В работе проведено исследование влияния введения активированного на роторном аппарате модуляции потоков (РАМП) шликера на свойства керамического черепка. Установлено, что при активации шликера разной влажности с увеличением циклов увеличивается плотность и вязкость шликера. Введение активированного шликера в состав шихты повышает среднюю плотность и прочность образцов полусухого прессования.*

*Ключевые слова: шликер, ударно-волновая активация, полусухое прессование*

В Новосибирской области существует дефицит качественных глин, который приводит к необходимости использовать при производстве стеновой керамики пылеватые суглинки и супеси. Данное сырье является высокочувствительным к сушке, склонным к трещинообразованию и трудноспекающимся [1]. Выход из этой ситуации видится в применении технологии механоактивации глинистого сырья, позволяющий получить разупорядочивание кристаллической структуры и аморфизацию зерен глинистых минералов; образование активных центров на изломах кристаллической решетки; накопление дефектов структуры в объеме вещества; изменение последовательности и природы фазовых превращений в процессе термолиза активированных продуктов при их нагревании до температуры обжига [2]. Проведенные исследования активации глинистого сырья на кафедре «Строительных материалов, стандартизации и сертификации» НГАСУ (Сибстрин) показали ее положительное влияние на физико-механические свойства керамического черепка [3].

**Целью нашей работы** явилось изучение влияния ударно-волновой активации глинистого сырья на физико-механические свойства керамического черепка полусухого прессования.

Исследования проводили на глинистом сырье Верх-Тулинского месторождения Новосибирской области. Данное сырье по гранулометрическому составу относится к типу пылеватых суглинков



(табл. 1), имеет рыхлую беспорядочную структуру, по содержанию крупнозернистых включений относится к группе с низким их содержанием, бурно вскипает при взаимодействии с 10%-м раствором HCl, что свидетельствует о наличии карбонатных включений.

Таблица 1 – Гранулометрический состав глинистого сырья

Содержание фракций, % по объему			Число пластичности
Песчаных частиц 1,0-0,05 мм	Пылеватых частиц 0,05-0,005 мм	Глинистых частиц менее 0,005 мм	
10	71,7	18,13	11,4

Суглинки относятся к группе умереннопластичного сырья, среднечувствительного к сушке. Химический состав (в мас. %): SiO<sub>2</sub> – 62,75; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 13,2; TiO<sub>2</sub> – 0,75; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6,22; CaO – 3,98; MgO – 2,11; R<sub>2</sub>O – 3,77 и P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 0,11. По содержанию оксида алюминия суглинок относится к группе кислых, а по содержанию оксида железа – к группе с высоким содержанием красящих оксидов.

Глинистое сырье предварительно высушивалось при температуре 105 °С и измельчалось в барабанной мельнице до полного прохождения через сито № 1. Ударно-волновая активация глинистого сырья проводилась в жидкостном смесителе роторного типа «Сирена». Для этого было приготовлено два шликера с соотношением Т:Ж - 40:60 и 30:70. Каждый шликер пропускаться через РАМП три раза. Влияние ударно-волновой активации на свойства шликера, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние влажности и количества циклов активации на свойства шликера

название	Соотношение	Циклы активации					
		Плотность шликера, г/см <sup>3</sup>			Вязкость шликера, с		
	Т:Ж	0	1	3	0	1	3
Шликер 1	40:60	1.29	1.34	1.39	6,25	6,65	6,83
Шликер 2	30:70	1.21	1.27	1.32	6,08	6,05	6,41

В результате ударно-волнового воздействия с увеличением циклов активации через РАМП происходит увеличение плотности шликера, что свидетельствует об увеличении удельной поверхности дисперсной

твердой фазы и увеличении количества физически связанной ею воды. Также увеличивается вязкость шликера.

Для исследования влияния активированного шликера на физико-механические свойства керамического черепка его вводили в состав шихты после 1 и 3 циклов активации. За контрольный был принят состав исходной глины увлажненной водой. Влажность каждой шихты составляла 10 %. Из каждой шихты методом полусухого прессования изготавливались образцы-цилиндры диаметром 40 мм. Прессование осуществляли двухступенчато с выдержкой при максимальном давлении 20 МПа в течении 30 сек. Полученные образцы-цилиндры сначала высушивались до постоянной массы при температуре 105 °С, а затем обжигались в муфельной печи: скорость нагрева 200 °С/час, максимальная температура 1050 °С, изотермическая выдержка при максимальной температуре – 1 час. Охлаждение образцов осуществлялось в печи естественным путем. Результаты испытаний образцов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства керамического черепка

Состав *	$\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	$R_{сж}$ , МПа	W, %	$K_p$	ККК
Контрольный	1,85	41,75	14,21	-	22,5
1(В60:1)	1,88	44,50	14,2	0,78	23,7
2(В60:3)	1,94	49,39	13,8	0,9	25,5
3(В70:1)	1,92	44,50	14,7	0,73	23,1
4(В70:3)	1,93	49,26	14,2	0,86	20,4

\*В скобках указана влажность шликера и циклы активации

Анализ результатов показал, что увлажнение шихты активированным шликером после 1 цикла активации уже приводит к увеличению средней плотности керамического черепка, и предела прочности при сжатии. С повышением циклов до трех зависимость сохраняется.

### Список литературы

1. Кучерова Э. А., Тацки Л. Н. Проектирование предприятий по производству керамических плиток / Учебное пособие. Новосибирск: НГАСУ, 2008. – 148 с.
2. Стороженко Г.И., Сыромясов В.А., Иванов А.И. Керамические стеновые материалы на основе активированных дисперсных систем // известия вузов. Строительство. 2020. № 5. – Стр. 86-93.

3. Тацки Л. Н., Машкина Е. Н. Пути повышения качества керамического кирпича на основе местного сырья // Известия вузов. Строительство. 2014. № 4. – Стр. 65-67.

## СЕКЦИЯ

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ

### АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РАЗРАБОТКА ВЫСОКОНАГРУЖЕННОГО WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

О.Ю. Селедец, М.В. Ромашев, А.В. Жаров  
Сибирский Государственный Университет Водного Транспорта,  
oleg.seledets@gmail.com

*Цель исследования - разработать высоконагруженное web-приложения для автоматизации организационной деятельности образовательного учреждения. Помимо разработки в статье показан способ анализа эффективности разрабатываемого продукта на длительный срок с помощью имитационного моделирования. Разработанная в результате исследования модель показала в количественном эквиваленте сокращение трудозатрат, а также новую модель деятельности организации. Научная новизна исследования заключается в разработанной модели, позволяющей наглядно отобразить требования стейкхолдеров ещё до разработки продукта.*

*Ключевые слова: высоконагруженное приложение, оптимизация, технологический процесс, разработка, расчёт эффективности, автоматизация образовательной деятельности.*

Работа связана с проблемой создания и внедрения информационных систем (ИС), которая возникает при автоматизации процессов в учебных учреждениях. В данном случае описывалась проблема автоматизации процесса ведения отчетности, в которую входят журналы посещения и оплат, формирования отчетов о посещённых занятиях, а также организации доступа родителей к платформе, для просмотра уведомлений и отслеживания процесса обучения ребёнка.

Помимо внедрения web-приложения за счёт использования средств имитационного моделирования был произведён анализ эффективности внедрения приложения в организацию на длительный период, рассчитана экономическая и социальная эффективность от внедрения.

*Объект исследования:* Объектом исследования является «Высоконагруженное web-приложение для автоматизации образовательной деятельности».

*Цель работы:* Разработка высоконагруженного web-приложения для автоматизации образовательной деятельности и использование имитационного моделирования для оценки эффективности технологических процессов после внедрения web-приложения для автоматизации учебной деятельности, а также перспективные направления совершенствования данного подхода.

*Материалы и методы.*

При написании статьи применялись методы:

- метод организации локального обследования, который обычно используется для исследования отдельной задачи или комплекса задач проекта;
- поскольку проектировщиком выступает один человек, а не группа людей, то выбираем индивидуальное обследование;
- предметная область охватывает узкий сектор обследования, поэтому было решено выбрать метод выборочного обследования, именно он подойдет в данном случае;
- также был выбран метод последовательного изучения предметной области, по иерархии этапов работ мы сначала собираем данные, а затем анализируем их.

При сборе данных о предмете исследования были применены следующие приемы и методы, которые помогли увидеть общую картину структуры образовательного учреждения:

- Устный опрос с руководителями филиалов;
- Устный опрос с преподавателями;
- Анкетирование родителей и студентов;
- Применялся анализ предоставленного материала;
- В личном присутствии использовали наблюдение за процессами работ.

*Результаты.*

В рамках данной работы была выбрана подходящая архитектура, выдерживающая высокую нагрузку. Построено горизонтально расширяемое web-приложение, которое можно оснащать дополнительными модулями.

Построена имитационная модель, показывающая процессы на протяжении года по собранным среднестатистическим результатам компании за 5 прошедших лет. Модели построены в двух экземплярах – до внедрения и после внедрения.

*Выводы.*

Результаты исследования используются для разработки высоконагруженного приложения, позволяющего обеспечивать более 9000 запросов в утро дневное время. Планируется после разработки,

оптимизация и внедрение в образовательные учреждения, которые нуждаются в этой системе.

Результаты имитационного моделирования показали сокращение трудозатрат преподавательского состава в 5 раз.

Социальная эффективность внедрения данного приложения состоит в экономии трудозатрат преподавательского состава и родители.

Экономическая эффективность выражается в окупаемости в течении от 1 до 7 месяцев в зависимости от штата образовательного учреждения.

### **Список литературы**

1. Головкова А. С., Колос Н. В. Информационная модель деятельности организации, ориентированной на процессный подход к управлению //Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2013. – №. 2. – С. 173-179.
2. Ouksel A., Vyhmeister R. Performance of organizational design models and their impact on organization learning //Computational & Mathematical Organization Theory. – 2000. – Т. 6. – №. 4. – С. 395-410.
3. Беляева Е.В., Москалева Э.Ф. Проектирование программных педагогических средств // Наука и школа. 2011. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-programmnyh-pedagogicheskikh-sredstv>.

## **ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ РЕЧНЫХ ПОТОКОВ В НИЖНЕМ БЬЕФЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГИДРОУЗЛОВ**

**П.В. Пичейкин, В.Л. Лаврентьев**

**Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), p.pichejkin@edu.sibstrin.ru**

*В данной работе затрагивается тема рациональной компоновки нижнего бьефа гидроузла. Рациональная компоновка подразумевает такую картину течений в нижнем бьефе, при которой отсутствуют сбойность, опасные размывы и т.д. В работе приводятся результаты численных расчетов, проведенные для ряда рассматриваемых компоновок гидроузла. Расчеты проводились в программном комплексе ANSYS Fluent в трехмерной постановке на примере Гилюйской ГЭС. Ключевые слова: численное моделирование, течение со свободной поверхностью, компоновка нижнего бьефа, разделительная стенка, Гилюйская ГЭС.*

Целью работы является проведение численного моделирования движения речных потоков в нижнем бьефе гидроузла при различных схемах работы водосбросного сооружения.

В настоящее время рассмотрение данного вопроса производится преимущественно на основании лабораторных исследований [1, 2, 3]. Лабораторный метод исследования бесспорно является одним из важнейших средств решения практических задач. Однако с развитием цифровой техники численный подход стал еще одним способом решения подобных задач.

Актуальность темы заключается в том, что для любого крупного гидроузла (проектируемого или находящегося в эксплуатации) необходимо владеть информацией о последствиях которые вызовет сброс воды через ту или иную часть сооружения, каковы будут при этом размывы русла и какие потребуются мероприятия для борьбы со свободностью течения и для защиты сооружения и берегов от подмыва.

Для математического моделирования течения со свободной поверхностью использовался метод Volume of fluid (VOF). В этом методе рассматриваются две фазы — вода и воздух, а для отслеживания их положения решается уравнение переноса объемной доли одной из фаз. Метод VOF основан на решении осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса совместно с уравнением переноса объемной фазы [4].

В качестве объекта для которого производится моделирование принята Гилуйская ГЭС. В докладе приведены промежуточные результаты расчетов, проведенных для нескольких вариантов компоновок нижнего бьефа.

### **Список литературы**

1. Векслер А.Б., Доненберг В.М. Переформирование русла в нижних бьефах крупных гидроэлектростанций. Энергоатомиздат, 1983.
2. Леви И. И. Движение речных потоков в нижних бьефах гидротехнических сооружений. Госэнергоиздат, 1955.
3. Слисский С.М. Гидравлика зданий гидроэлектростанций. Энергия, 1970.
4. Versteeg НК, Malalasekera W (2007) An introduction to computational fluid dynamics: the finite volume method. Prentice Hall, New Jersey.

## ВЛИЯНИЕ ОШИБОК ОКРУГЛЕНИЯ И ШУМОВ В ДАННЫХ НА ТОЧНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ ОБРАТНОЙ МАТРИЦЫ

А.Р. Аргинбаев, А.Х. Бегматов

Сибирский государственный университет геосистем и технологий  
arthur.arginbaev@gmail.com

*Статья посвящена актуальной проблеме достоверности и надежности вычислений. Цель работы заключается в определении степени влияния ошибок округления и шумов в данных на точность вычисления обратной матрицы на примере матриц Гильберта пятого и десятого порядка. Разработано программное обеспечение на языке программирования Python для автоматизированных исследований матриц, рассмотрены факторы, влияющие на точность расчетов, определена степень их влияния.*

*Ключевые слова: ошибки округления, ошибки входных данных, точность расчетов, обратная матрица, число обусловленности.*

В последнее время вопросы достоверности и надежности вычислений выдвигаются на передний план, что связано с постоянным ростом производительности компьютеров. Задача нахождения обратной матрицы встречается в ряде актуальных и бурно развивающихся областей фундаментальной и прикладной науки (решение СЛАУ больших размеров, задачи восстановления изображений, звука, рельефа поверхности и т.д.).

Целью данного исследования является определение степени влияния ошибок округления и шумов в данных на точность вычисления обратной матрицы на примере матриц Гильберта пятого и десятого порядка.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

- 1) Рассмотреть факторы, влияющие на точность расчетов современных вычислительных устройств;
- 2) Составить схему исследования матриц;
- 3) Разработать программное обеспечение на языке программирования Python для автоматизированных исследований матриц в соответствии со схемой;
- 4) Исследовать матрицу Гильберта пятого и десятого порядков, проанализировать полученные результаты.

Перечислим основные факторы, влияющие на точность расчетов современных вычислительных устройств:

- 1) Погрешности вычислений;



- 2) Качество входных данных;
- 3) Тип данных, используемый для представления чисел с плавающей точкой.

Приведем схему исследования матрицы:

- 1) Преобразуем элементы матрицы к одному из типов данных;
- 2) Преобразуем матрицу к верхней треугольной форме и найдем определитель через произведение элементов главной диагонали;
- 3) Рассчитаем M-норму, K-норму и L-норму матрицы [1, с. 324];
- 4) Если определитель не равен нулю, найдем обратную матрицу методом Гаусса-Жордана;
- 5) Преобразуем обратную матрицу к верхней треугольной форме [2, с. 27], найдем определитель через произведение элементов главной диагонали;
- 6) Рассчитаем M-норму, K-норму и L-норму обратной матрицы;
- 7) Рассчитаем произведение определителей исходной и обратной матрицы;
- 8) Найдем число обусловленности.

Напомним, что плохо обусловленной называется матрица с большим числом обусловленности. Число обусловленности показывает, насколько погрешность входных данных может влиять на решение системы уравнений. Чем больше число обусловленности, тем сильнее ошибки входных данных сказываются на решении.

В результате вычисления обратных матриц были получены следующие результаты.

Ошибки исходных данных оказывают существенно большее влияние, чем ошибки вычислений. Влияние любых ошибок тем значительней, чем больше порядок матрицы и чем менее точный формат данных используется.

Погрешности вычислений оказывают следующее влияние на точность вычислений обратной матрицы:

- 1) Для хорошо обусловленных матриц – не принципиальное, но имеющее значение; следует выбрать оптимальный тип данных (в зависимости от размера матрицы);
- 2) Для плохо обусловленных данных – небольшое, а для матриц большого размера – существенное влияние.

Ошибки в данных, как правило, приводят к т.н. некорректным задачам (малые изменения данных приводят к большим изменениям решения) даже для хорошо обусловленных матриц.

Задачи обращения плохо обусловленных матриц, как правило, являются некорректными [3, с. 439]. Такие задачи не решаются стандартными методами, рассматриваемыми в учебных курсах высшей

математики (методы обратной матрицы, Гаусса, Крамера) и требует т.н. регуляризации. Эта тема заслуживает дальнейшего исследования.

### **Список литературы**

1. Стренг Г. Линейная алгебра и ее применения – М.: Мир. Москва, 1980. – 455 с.
2. Воеводин В. В., Кузнецов Ю. А. Матрицы и вычисления. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
3. Бегматов А.Х. О единственности решения задачи интегральной геометрии вольтерровского типа на плоскости // Доклады Академии Наук. Т. 427. №4. 2009. С. 439-441.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ТОМОГРАФИЧЕСКОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ, ОРИЕНТИРОВАННОГО НА ВИЗУАЛИЗАЦИЮ МИКРОСТРУКТУР**

Н.В. Горбатенко, А.В. Лихачев  
Новосибирский государственный технический университет,  
lixachev@corp.nstu.ru

*Предлагается новая реализация гатр-фильтра для алгоритма томографической реконструкции, ориентированная на изображения, содержащие периодические структуры. Её особенностью является то, что передаточная функция имеет локальные максимумы на характерных частотах структуры. Проведён вычислительный эксперимент, в котором исследованы свойства фильтра, в частности показано, что получаемые решения достаточно устойчивы по отношению к случайному шуму умеренной интенсивности. Сравнение с алгоритмом Шеппа-Логана показало, что предложенный метод обеспечивает лучшее решение, как визуально, так и по среднеквадратичной ошибке.*

*Ключевые слова: двумерная томография, фильтрация проекций, реконструкция периодических структур.*

В данной работе предлагается новый алгоритм реконструкции томографических изображений, ориентированных на визуализацию микроструктур, с использованием разработанного фильтра. Таким образом, функция, описывающая искомое распределение

коэффициента ослабления рентгеновского излучения в данной работе  $g(x,y)$ , сводится к следующей формуле [3]:

$$g(x,y) = \frac{1}{8\pi^2} \int_0^{2\pi} \left( \int_{-\infty}^{\infty} |\omega| \tilde{f}(\omega, \varphi) \exp(i\omega(x\cos\varphi + y\sin\varphi)) d\omega \right) d\varphi, \quad (1)$$

где  $\tilde{f}(\omega, \varphi)$  – преобразование Фурье от  $f(p, \varphi)$  по первой переменной. Внутреннее интегрирование в (1) называется ramp-фильтрация. Она применяется к проекции  $f_\varphi(p)$ , т.е. к данным, зарегистрированным под одинаковым углом  $\varphi$ .

В целях избегания расходимости интеграла на бесконечности, необходимо в разрабатываемый фильтр добавить фильтр нижних частот. В данной задаче функция этого фильтра нижних частот  $\tilde{\Omega}(\omega)$  принимает следующий вид [4-8]:

$$\tilde{\Omega}(\omega) = \begin{cases} \frac{1}{2\pi} \operatorname{sinc} \left( \frac{\pi|\omega|}{2\omega_{max}} \right), & |\omega|/\omega_{max} \leq 1 \\ 0, & |\omega|/\omega_{max} > 1 \end{cases}. \quad (2)$$

Для более точной реконструкции изображения периодической структуры, имеющей характерную частоту  $\omega_c$ , к (2) предлагается добавить два гауссовых импульса с центрами в точках  $\pm\omega_c$ . В результате Фурье-образ проекции будет умножен на частотную характеристику

$$\tilde{\Phi}(\omega) = |\omega| \left( \tilde{\Omega}(\omega) + A \exp(-\alpha(\omega - \omega_c)^2) + A \exp(-\alpha(\omega + \omega_c)^2) \right). \quad (3)$$

Оптимальная формула определения параметра  $A$ :

$$A \approx 1 - \tilde{\Omega}(\omega_c) = 1 - \frac{1}{2\pi} \operatorname{sinc} \left( \frac{\pi\omega_c}{2\omega_{max}} \right). \quad (4)$$

Для изучения алгоритма было проведено математическое моделирование фантома. По результатам моделирования следует, что предлагаемый метод обеспечивает заметно меньшую среднеквадратичную ошибку по сравнению с алгоритмом Шеппа-Логана до тех пор, пока число проекций не превосходит 300. После этого разница между ошибками становится незначительной, а при  $M > \sim 450$  ошибка алгоритма Шеппа-Логана немного меньше.

В случае присутствия шума рост ошибки реконструкции  $\Delta$  с увеличением уровня шума одинаковый для обоих алгоритмов. При этом можно полагать, что они устойчивы пока  $\sigma$  меньше, чем 5% от среднего значения проекционных данных, что соответствует умеренному шуму.

Зависимости ошибки  $\Delta$  от значений параметра  $A$  при  $\alpha = 0.3$  и от параметра  $\alpha$  при  $A = 0.841$  оказалось, что независимо от количества проекций наименьшая ошибка реконструкции получается, если  $A$

определяется согласно (4). Зависимости  $\Delta(\alpha)$  имеют пологий минимум вблизи значения  $\alpha = 0.3$ . При уменьшении  $\alpha$  точность быстро падает, поскольку импульсы расширяются и сильно искажают частотную характеристику фильтра. С ростом  $\alpha$  кривые выходят на асимптоту, поскольку импульсы сужаются и изменяют характеристику фильтра фактически лишь на частоте  $\pm\omega_c$ .

### Список литературы

1. Лихачев А.В. Алгоритмы томографической реконструкции. Новосибирск: Изд-во НГУ, 2013, 96 с.
2. Хермен Г. Т. Восстановление изображений по проекциям. Основы реконструктивной томографии. Пер. с англ. М.: Мир, 1983. 349 с.
3. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. Пер. с англ. М.: Мир, 1990. 288 с.
4. Луитт Р. М. Алгоритмы реконструкции с использованием интегральных преобразований. // ТИИЭР. 1983. Т. 71, № 3. С. 125-147.
5. Лаврентьев М. М., Зеркаль С. М., Трофимов О. Е. Численное моделирование в томографии и условно-корректные задачи. Новосибирск: Изд-во ИДМИ НГУ, 1999. 172 с.
- 6 Лихачев А. В. Исследование фильтрации в алгоритмах томографии. // Автометрия. 2007. Т. 43, № 3. С. 57-64.
7. Лихачёв А. В. Алгоритм двойной фильтрации для двумерной томографии. // Математическое моделирование. 2009. Т. 21, № 8. С.21-29.
8. Shepp L. A., Logan B. F. The Fourier reconstruction of a head section. // IEEE Trans. Nucl. Sci. 1974. Vol. 21, No. 3. P. 21-43.

## ЛЕДОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТРУБОПРОВОДОВ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

М.В. Дьячковский, Е.Н. Гусельникова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин), qooiprqq@gmail.com

*В предлагаемом докладе рассматриваются вопросы установившегося и неуставившегося оледенения трубопроводов. Для решения данной проблемы разработана программа по расчёту ледотермического режима трубопроводов на высокоуровневом языке программирования*

*«Python», на основе математической модели Жидких В.М. и Попова Ю.А. составленного по системе уравнений П.А. Богословского. Выполнены тестовые расчёты по оледенению трубопроводов, подтверждающие достоверность полученных результатов.*

*Ключевые слова: оледенение трубопроводов, программирование, суровый климат, установившееся оледенение, неустановившееся оледенение, ледовый режим, ледотермика.*

При работе трубопроводов, расположенных на территории с суровым климатом под влиянием низких температур окружающего воздуха, может возникнуть оледенение внутри трубы. Для того чтобы избавиться от внутреннего оледенения, используют локальный или попутный подогрев жидкости, производят утепление трубопроводов, вносят корректировки в подаче воды или используют автоматическую защиту. Необходимость проведения защитных мероприятий и их объем следует устанавливать еще на стадии проектирования на базе ледотермических расчётов.

Большое значение в развитии методов расчета ледотермического режима имеют работы отечественных исследователей. Теоретические исследования Д.Н. Бибикова и Н.И. Петруничева [1], П.А. Богословского [2], А.М. Естифеева [3], а также экспериментальные исследования А.А. Вершинина, Н.Н. Зенгера [4], В.П. Стеганцева позволили установить возможность работы трубопроводов в режиме оледенения.

В 1950 году П.А. Богословским [2] были изложены основные теоретические положения метода расчета ледотермического режима водоводов на основании уравнений баланса оледеневших стенок трубопровода и протекающей воды, а также зависимости температуры кристаллизации от давления в трубопроводе. Все уравнения составлены П.А. Богословским на основании строгой физической и математической постановки задачи и хорошо согласуются с опытными данными Н.Н. Зенгера и В.П. Стеганцева.

В 1979 году В.М. Жидких и Ю.А. Поповым была выпущена книга «Ледовый режим трубопроводов» [5] с изложением расчётных методик по решению оледенения трубопроводов, предназначенных для перекачки воды насосами, трубопроводов ГЭС и пульповодов. В данной книге также приведены математические модели для установившегося и неустановившегося оледенения трубопроводов.

Основываясь на трудах вышеприведенных авторов, были разработаны программы по расчёту установившегося и неустановившегося оледенения трубопроводов, позволяющие

исследовать их работу в режиме оледенения. Полученные результаты могут быть использованы в практике проектирования трубопроводов и для корректировки режимов их эксплуатации.

### **Список литературы**

1. Петруничев Н.Н., Шадрин Г.С. Определение тепловых потерь трубопроводом, уложенным в мёрзлый грунт, при установившемся режиме // Изв. НИИГ. 1941. т. 30.
2. Богословский П.А., Ледовый режим трубопроводов гидроэлектрических станций. – М.: Мосэнергоиздат, 1950. – 155 с.
3. Естифеев А.М. К вопросу о разработке мероприятий по борьбе с обмерзанием трубопроводов // Изв. НИИГ. 1941. т. 29.
4. Зенгер Н.Н. Особенности устройства водопроводов в условиях вечной мерзлоты (опыт Норильска). – М.: Стройиздат, 1964. – 99 с.
5. Жидких В.М., Попов Ю.А. Ледовый режим трубопроводов. – Л.: Энергия, 1979. – 132 с.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ РАСЧЁТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПУЧКОВ КОГЕРЕНТНОГО И ЧАСТИЧНО КОГЕРЕНТНОГО СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Ю.В. Хомяков<sup>1</sup>, Т.П. Дзюбина<sup>2</sup>, Я.В. Ракшун<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет

<sup>2</sup>Новосибирский государственный технологический университет

<sup>3</sup>Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

*Создание новых источников синхротронного излучения (СИ) с низким эмиттансом является вызовом не только для рентгеновской оптики, но и для программного обеспечения, ориентированного на расчет пучков когерентного и частично когерентного излучения. Проектировщики станций нуждаются в разработке инструментов для расчёта распространения таких пучков, особенно для станций, нацеленных на когерентные методы, а исследователи – для кросс-анализа результатов, полученных с использованием различного программного обеспечения. В рамках данной работы описаны результаты разработки специализированного кода для решения этих задач.*

*Ключевые слова: синхротронное излучение, когерентность, моделирование пучков СИ, составные преломляющие линзы, рентгеновские зеркала.*

Новые источники СИ обладают низким эмиттансом, что приводит к росту количества когерентных фотонов. В свою очередь это ведёт к более сильному проявлению дифракционных эффектов при формировании пучков излучения на образцах. Соответственно, возникает необходимость моделирования этих эффектов при проектировании рентгенооптических трактов станций источников СИ. При этом существующие программы для расчёта пучков обладают рядом недостатков, которые не позволяют провести точную количественную оценку.

Кроме того, резкое увеличение спектральной яркости и когерентности рентгеновских пучков привело к появлению новых методов когерентной микроскопии, фазовой томографии и птихографии. Обработка данных этих экспериментов основана на применении различных методов решения обратных задач. Зачастую предполагается, что пучки излучения, падающие на образец, являются идеальными, искажения реальных волновых фронтов пучков излучения, проходящих или отражающихся от оптических элементов, не учитываются. С одной стороны, это упрощает обработку информации с детекторов, но, с другой стороны, с развитием когерентных методов и повышением требований к ним, неучёт искажений приводит к высокой погрешности при интерпретации данных. Однако необходимо понимать, что при проектировании новых станций на новых синхротронах под новые методы необходимо развитие инструментария для моделирования пучков СИ, поскольку результаты именно этого моделирования кладутся в основу рентгенооптических трактов станций.

Несмотря на исчерпывающее теоретическое описание процессов генерации и распространения синхротронного излучения, методы моделирования частично когерентного излучения развиты слабо. Это объясняется тем, что существующие алгоритмы, реализованные в программных пакетах, сводятся к упрощённым физическим моделям, что не даёт полную картину реальных процессов, происходящих при генерации и распространении когерентного и частично когерентного излучения. В целом, существует два подхода в моделировании: трассировка лучей и волновой подход. При использовании трассировки лучей расчёт ограничен только полностью некогерентными источниками излучения, что неверно для современных синхротронов,

поскольку только волновой подход может учесть все статистические свойства СИ. Подход трассировки лучей реализован, например, в коде SHADOW3 [1]. Волновой подход, например, используется в широко распространённом коде Sychrotron Radiation Workshop (SRW) [2], однако в упрощённой форме, без учёта стохастического характера СИ. При этом в области СИ уже создан ряд программных пакетов, включающих широкий набор инструментов для моделирования, например, онлайн Sereno [3] или устанавливаемый на персональный компьютер OASYS [4]. Такие программные пакеты показали свою эффективность для решения типовых задач или же для образовательных целей. Однако, они не могут быть использованы для решения качественно новых задач в области синхротронного излучения.

С целью создания программного обеспечения, необходимого для моделирования распространения когерентного пучка СИ, нами был разработан код, в приближении волновой оптики описывающий прохождение пучка СИ через набор рентгеновских составных преломляющих линз (с учётом поглощения, шероховатости поверхностей и ошибок позиционирования) и отражение от рентгеновских зеркал под скользящими углами (с учётом поглощения и ошибок наклона). Материал линз и поверхностей зеркал может быть задан произвольно. На рисунке 1 приведён пример профиля пучка после прохождения набора линз, на рисунке 2 – интерференционная картина, возникающая при отражении от зеркала.

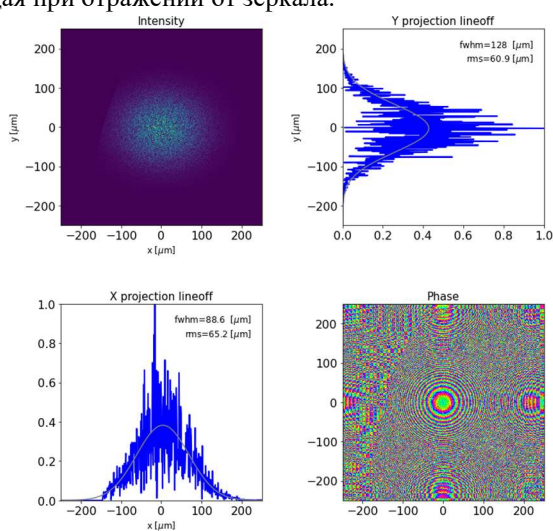


Рисунок 1 — Профиль пучка после прохождения набора параболических составных преломляющих линз при случайных ошибках позиционирования



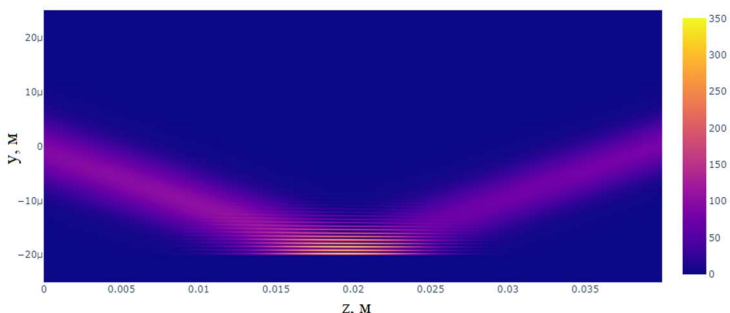


Рисунок 2 — Отражение пучка СИ от горизонтального кремниевого зеркала под углом к поверхности 1 мрад. Ось Z направлена вдоль зеркала. Интенсивность приведена в у.е.

### Список литературы

1. M. Sanchez del Rio, N. Canestrari, F. Jiang and F. Cerrina. SHADOW3: a new version of the synchrotron X-ray optics modelling package // J. Synchrotron Rad. — 2011 — Pp. 18, 708-716.
2. O. Chubar et al. Wavefront propagation simulations for beamlines and experiments with "Synchrotron Radiation Workshop" // J. Phys.: Conf. Ser. 425 162001, 2013.
3. URL: <https://www.radiasoft.net/sirepo/>
4. M. Sanchez del Rio, L. Rebuffi. OASYS: A software for beamline simulations and synchrotron virtual experiments // AIP Conference Proceedings, 2054, 060081, 2019.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕЛЕМЕТРИИ В КОНЦЕПЦИИ УМНОГО ДОМА

А.А. Колофидина

Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный  
Университет (СИБСТРИН), a.kolofidina@edu.sibstrin.ru

*Цель исследования - более детальное изучение развития и разработки системы "Умный дом", для популяризации ее у населения.. Помимо разработки в статье показан способ действия разрабатываемого продукта с помощью имитационного моделирования. Разработанная в результате исследования модель показала удобство и технологичность данной системы. Научная новизна исследования*

заключается в разработанной модели, позволяющей наглядно отобразить принцип работы Умного дома ещё до его внедрения.

*Ключевые слова:* умный дом, умное освещение, EIB, SEBus, оператор связи, система безопасности, устройство, данные, информация, технологии, развитие технологий, автоматическое регулирование

Работа связана с проблемой низкой осведомленности населения РФ о возможностях и преимуществах внедрения системы Умный дом. В данной работе описан процесс развития технологии от момента зарождения идеи до наших дней, а также разработана функционирующая модель, в которую включена возможность как автономной работы, так и с управление через web-сервер.

*Объект исследования:* Объектом исследования является «Использование телеметрии в концепции Умный дом».

*Цель работы:* более детальное изучение развития и разработки системы “Умный дом”, для популяризации ее у населения, а также разработка функционирующей готовой модели Умного дома.

*Материалы и методы.*

При написании статьи применялись методы:

- метод организации локального обследования, который обычно используется для исследования отдельной задачи или комплекса задач проекта;
- поскольку проектировщиком выступает один человек, а не группа людей, то выбираем индивидуальное обследование;
- предметная область охватывает узкий сектор обследования, поэтому было решено выбрать метод выборочного обследования, именно он подойдет в данном случае;
- также был выбран метод последовательного изучения предметной области, по иерархии этапов работ мы сначала собираем данные, а затем анализируем их.

При сборе данных о предмете исследования были применены следующие приемы и методы, которые помогли увидеть общую картину осведомленности населения о системе Умный дом:

- Анкетирование молодых людей в возрасте от 14 до 35 лет;
- Анализ предоставленного материала;
- Изучение принципа работы системы Умный дом;

*Результаты.*

В рамках данной работы была разработана функционирующая модель Умного дома, оснащенная тревожными датчиками и датчиками управления, встроена возможность отслеживать состояние системы с

помощью web-сервера, установлена автономная подсветка, работающая от датчика движения и освещенности.

#### *Выводы.*

Проанализировав имеющиеся данные, можно сделать вывод, что медленно, но верно данная технология плотно входит в нашу жизнь и автоматизирует бытовые задачи, освобождая тем самым пользователя от лишних обязанностей. Особенно это стало актуально в период пандемии, когда люди были вынуждены выйти на работу удаленно и гораздо больше времени проводить в своих квартирах.

#### **Список литературы**

1. Федоров, И. Сколько этажей имеет интеллектуальное здание? / И. Федоров // «Экономика». Организация, стратегия, системы, № 10, 1996.
2. Архипов В. Системы для «интеллектуального» строительства / В. Архипов // «Строймаркет», № 45, 1994.
3. Авдудевский А. Крыша для интеллекта / А. Авдудевский // «Журнал сетевых решений ЛВС», №12 1993.

## ВЕБ-ОБОЛОЧКА ПРОГРАММЫ ДИАГНОСТИКИ И СВОЕВРЕМЕННОГО ИНФОРМИРОВАНИЯ О КРИТИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ

Ю.А. Чехов

Новосибирский Государственный Архитектурно-Строительный  
Университет (СИБСТРИН), yu.chekhov@edu.sibstrin.ru,  
v.skudin@edu.sibstrin.ru

*Цель проекта – разработка программного обеспечения в среде web, основывающегося на 3D сканах университета, для последующей интеграции с визуализированными аналитическими функциями, для обеспечения контроля и мониторинга статистики сетей университета НГАСУ*

*Научная новизна проекта заключается в уникальности разработки системы, позволяющей наглядно отобразить статистику сетей на 3D моделях университета НГАСУ.*

Работа связана с проблемой своевременного оповещения системного администратора и вида подачи аналитических данных сетей. В данной работе описаны два крупных блока, которые связаны с помощью реляционной базы данных.

*Объект исследования:* Объектом исследования является «Web-оболочка программы диагностики и своевременного информирования о критической загрузке оборудования».

*Цель работы:* разработка программного обеспечения в среде *web*, основывающегося на *3D* сканах университета, для последующей интеграции с визуализированными аналитическими функциями, для обеспечения контроля и мониторинга статистики сетей университета НГАСУ.

*Материалы и методы.*

При разработке применялись методы:

- метод асинхронного многопоточного кода для сбора статистики;
- метод модульного создания *web*-интерфейс на переиспользуемых компонентах;
- метод оптимизации рендера тип “туман *silent-hill*”;
- метод сбора информации, для оптимизации работы программы в определенных значениях;
- метод модульной программы, доступной на смартфонах, в виде, оптимизированной версии;

*Результаты.*

В рамках данной работы было разработано программное обеспечение в среде *web*, основывающегося на *3D* сканах университета, для последующей интеграции с визуализированными аналитическими функциями, для обеспечения контроля и мониторинга статистики сетей университета НГАСУ.

*Выводы.*

Разработанное программное обеспечение в среде *web*, основывающегося на *3D* сканах университета, для последующей интеграции с визуализированными аналитическими функциями, для обеспечения контроля и мониторинга статистики сетей университета НГАСУ в альфа-версии было развернуто на тестовом сервере и проходить разные тесты, для инициализации слабых мест в программе.

### **Список литературы**

1. *React – A JavaScript library for building user interfaces* // *REACT URL: <https://reactjs.org/>*.
2. *Python is a programming language that lets you work quickly and integrate systems more effectively.* // *Python URL: <https://www.python.org/>*.

# ПРОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ В МАШИНОСТРОЕНИИ, САМОЛЕТОСТРОЕНИИ И АППАРАТОСТРОЕНИИ

## СЕКЦИЯ

### КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ИЗГИБЕ

А.А. Абдуллаев, И.П. Олегин  
Новосибирский государственный технический университет  
[AbdullaevPogU@yandex.ru](mailto:AbdullaevPogU@yandex.ru), [olegin@craft.nstu.ru](mailto:olegin@craft.nstu.ru)

*В работе рассмотрены шарнирно опертые трехслойные панели, состоящие из металлических листов и слоя, который выполнен из сотового заполнителя. Модель пластины реализована в программном комплексе Ansys Mechanical APDL. Проведен вычислительный эксперимент, в котором конструкция рассчитана численным методом на основе метода конечных элементов. Установлены наиболее эффективные методы моделирования и зависимости точности расчетов от геометрии конструкции, механических характеристик, характера воздействия внешних сил и свойств материала.*

*Ключевые слова: панель; трехслойная пластина; ANSYS Mechanical APDL, поперечный изгиб; система дифференциальных уравнений.*

В работе рассматриваются трехслойные пластины (рисунок 1), состоящие из металлических листов (1, 2) и слоя (3), который выполнен из сотового заполнителя. Рассматриваются пластины шириной  $b$ , длиной  $a$ . Толщина среднего слоя  $H$ ; толщина металлических листов  $t$ .

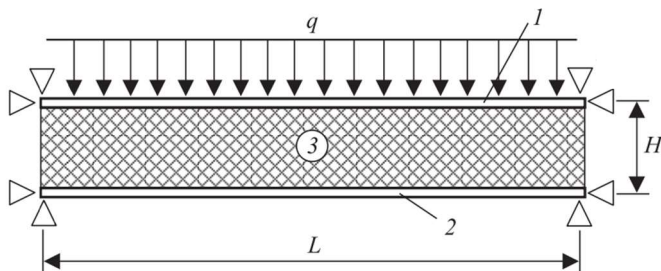


Рисунок 1 — Схема нагружения трехслойной панели

Панель шарнирно закреплена, а на верхнюю обшивку панели действует распределенная нагрузка  $q$ .

Для решения задачи численным методом выбран метод конечных элементов, реализованный в программном комплексе Ansys Mechanical APDL путем формирования макроса. В этом пакете имеется несколько способов моделирования рассматриваемой конструкции. В данном случае предполагается рассмотреть и реализовать следующие способы моделирования рассматриваемой конструкции:

1. Упрощенная модель, построенная на основе теории многослойных оболочек и пластин и предполагающая использование оболочечных конечных элементов (КЭ) с осредненными характеристиками свойств материалов по слоям. Такая модель позволит существенно упростить и ускорить решение задачи, уменьшив количество узлов. Используются 4-х и 8-узловые элементы-оболочки прямоугольной формы – «shell181» и «shell281» соответственно.

2. Упрощенная модель, которая предполагает использование объемных КЭ. Используется объемный элемент «solsh190». Особенностью данного элемента является то, что для моделирования многослойной пластины с помощью этого КЭ достаточно одного элемента по толщине.

3. Способ моделирования, представляющий комбинацию объемной модели для среднего слоя и упрощенной оболочечной модели для обшивок панели. В этом случае отпадает необходимость использования осреднения свойств материалов по слоям. Для среднего слоя используются 8-ми и 20-узловые изопараметрические элементы в форме гексаэдра «solid185» и «solid186» соответственно. Для внешних слоев «shell181» и «shell281».

Для проверки применяемых конечно-элементных моделей предполагается использование аналитических выражений для оценки напряженно-деформированного состояния прямоугольной трехслойной пластины. Задачу верификации применяемой конечно-элементной модели решают через сравнение результатов аналитического и конечно-элементного расчетов.

При проектировании трехслойных панелей обычно производится их расчет на устойчивость и продольно поперечный изгиб при различных условиях нагружения и рассматривается задача рационального выбора параметров панели.

В ходе работы необходимо будет установить наиболее эффективные методы моделирования и зависимости от точности расчетов, геометрии конструкции, механических характеристик, характера воздействия внешних сил и свойств материала.

## Список литературы

1. Басов, К. А. Ansys: справочник пользователя. / К. А. Басов. — Москва : ДМК Пресс, 2005. — 640 с.
2. Биргер, И. А. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 2. / И. А. Биргер, Я. Г. Пановко. — Москва : Машиностроение, 1968. — 464 с.
3. Данилов М.Н., Адищев В.В. Конечно-элементный анализ поведения трехслойных панелей при статических и динамических воздействиях // Изв. вузов. Строительство. 2016. №5. С. 106-116.
4. Осадчий Н.В., Шепель В.Т. Аналитический и конечно-элементный расчет прямоугольных трехслойных панелей на поперечный изгиб // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. 10 (93). С. 53–59.
5. Расчет трехслойных панелей / А. Я. Александров, Л. Э. Брюккер, А. М. Куршин, А. П. Прусаков. — Москва : Государственное научно-техническое издательство Оборонгиз, 1960. — 264 с.

## РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ БИПЛАННОЙ КОРОБКИ КРЫЛЬЕВ ПО-2

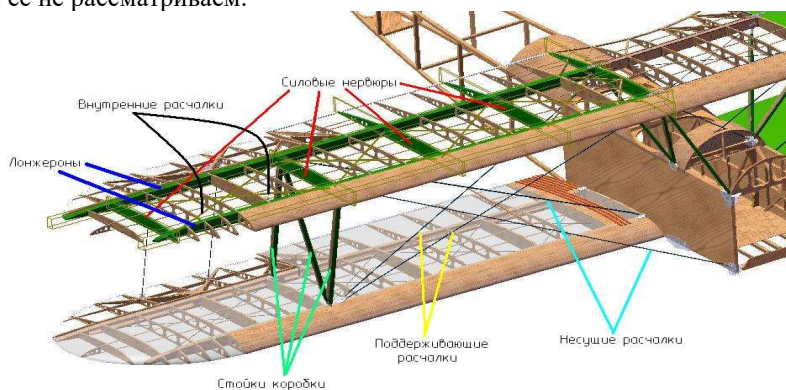
Е.Ю. Ключникова, А.Н. Пель  
ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический  
университет  
e-mail: klyuchnikovakaty3710@gmail.com

*Расчет крыльев самолета является объемным и трудоемким процессом, так как крыло является набором силовых элементов. В данной статье рассмотрен случай расчета на прочность силовых элементов крыла самолета ПО-2. Применен метод сил, также произведен расчет в программной среде Ansys Workbench, по твердотельным моделям, изготовленным в программной среде SolidWorks.*

*Ключевые слова: крыло; ANSYS; ANSYS Workbench; SolidWorks, прочность.*

Первым этапом прочностного расчета является определение силовых элементов в конструкции коробки крыльев (рисунок.1), которыми являются: передний и задний лонжероны, силовые нервюры (только те, которые замыкают внутренние расчалки), стойки коробки крыльев, несущие и поддерживающие ленты-расчалки. Также, следует

отметить, что в работе участвуют левая, правая полукоробки крыльев и центроплан со стойками кабана центроплана, учитывая, что правая полукоробка – это зеркальное отражение левой полукоробки, следовательно, воспринимает она те же нагрузки, поэтому в расчетной схеме ее не рассматриваем.



*Рисунок 1 - Силовые элементы крыла*

Вторым этапом после выделения рабочих элементов в конструкции является составление рабочей схемы с некоторыми допущениями, чтобы воспользоваться методами сопромата в расчетах

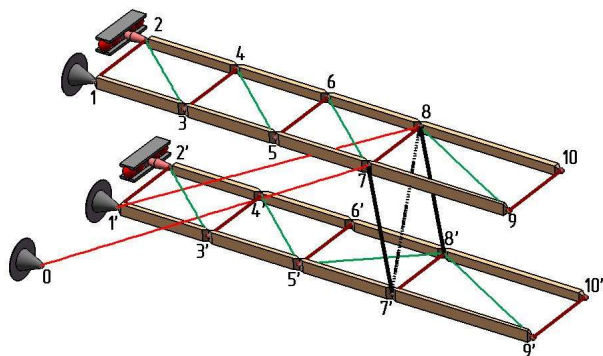
Реальная конструкция коробки крыльев множество раз статически неопределима, что затрудняет выполнение расчета. Чтобы привести конструкцию к статически определенному виду, введем допущения:

- Узлы крепления полукоробки к центроплану и фюзеляжу являются абсолютно жесткими опорами;
- Крепление лонжеронов к опорным узлам считается у одного лонжерона пространственным шарниром, у другого – катком, допускающим перемещение в плоскости крыла. Последний выбирается в каждом расчетном случае таким образом, чтобы создать наиболее тяжелые условия работы каждой нервюры-распорки за счет работ внутренних расчалок;
- Лонжерон для нагрузок в плоскости крыла считается разрезным в сечениях, где крепятся нервюры-распорки;
- Крепление стоек, нервюр-распорок и расчалок считаются осуществленными с помощью пространственных шарниров;
- Внутренние расчалки крыла считаются лежащими в одной плоскости.

Расчет выполнен для случая А, которому соответствует максимальная подъемная сила. Из-за различного распределения



аэродинамической нагрузки по хорде крыла, в каждом расчетном случае работает определенная группа силовых элементов. Проведенные аэродинамические расчеты показывают, что в таком режиме полета центр давления находится примерно на 25% хорды, т.е. передний лонжерон загружен больше заднего. При этом работают только несущие расчалки. Проанализируем работу горизонтальных ферм. Нагрузка, в данном случае, распределенная от горизонтальной составляющей равнодействующей аэродинамической силы действует вдоль оси X. Т.е. от действующих сил произойдет деформация каждого прямоугольного сектора, вследствие которой сектор примет вид трапеции. При этом одна расчалка сектора растянется, т.е. воспримет нагрузку, другая сожмется. Т.к. расчалки воспринимают только растягивающую нагрузку, то сжатые расчалки исключим из общей схемы работы горизонтальной фермы. Окончательная расчетная схема представлена на рисунке 2.



*Рисунок 2. Расчетная схема.*

### Список литературы

- 1 Федоров А.Л. Обучение трехмерному моделированию в машиностроительных САПР //Автоматизированное проектирование в машиностроении. 2018. №6. С. 99-102.
- 2 Басов К.А. ANSYS: справочник пользователя. М.: ДМК Пресс, 2005. – 640 с.
- 3 Чигарев А. В., Кравчук А. С., Смалюк А. Ф. ANSYS для инженеров: Справ. пособие. М.: Машиностроение-1, 2004. 512 с.

## РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ДВУХЛУЧЕВОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЧАСТИЦ ПОРОШКА ПРИ ПОСАДКЕ С НАТЯГОМ

Д. С. Мосиенко<sup>1</sup>, М. А. Леган<sup>1</sup>, М. А. Скляров<sup>2</sup>

1 Новосибирский государственный технический университет,

2 ООО "Научно-технологическая инициатива",

legan@hydro.nsc.ru

*В процессе разработки и усовершенствования оборудования для холодного динамического напыления прорабатываются различные варианты конструкции центробежного ускорителя частиц порошка. В данной работе представлен расчет на прочность двухлучевого ускорителя при посадке с натягом на цилиндрическую поверхность в состоянии покоя и при достижении максимальной рабочей скорости вращения.*

*Ключевые слова: центробежный ускоритель, оценка прочности, натяг, метод конечных элементов.*

Метод холодного динамического напыления [1] является перспективным способом нанесения покрытий, имеющим свои преимущества, по сравнению с другими методами. В процессе разработки и улучшения оборудования прорабатываются различные варианты конструкции центробежного ускорителя частиц порошка.

Ранее была исследована возможность обеспечения посадки для четырехлучевого ускорителя [2]. Расчеты показали, что конструкция четырехлучевого ускорителя с посадкой в натяг не является работоспособной при максимальной рабочей скорости вращения (32 000 оборотов в минуту). При достижении 21 000 оборотов в минуту площади контакта недостаточно, чтобы удержать ускоритель.

В связи с этим принято решения использовать обновленную двухлучевую конструкцию ускорителя (Рисунок 1). Данная конструкция предполагает цилиндрическую посадку в натяг на приводной вал диаметром 25.08 мм с диаметральной натягом 0.08 мм. Вал изготовлен из материала – сталь 40Х.

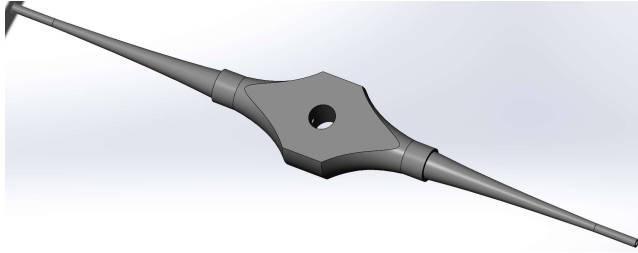


Рисунок 1 – Модель двухлучевого ускорителя

Ускоритель изготовлен из алюминиевого сплава В96Ц1 [3], имеющего плотность  $2850 \text{ кг/м}^3$  и коэффициент Пуассона 0.34. По результатам испытаний образцов из этого сплава предел текучести равен 613 МПа, предел прочности 652 МПа, модуль Юнга 70 ГПа.

Произведен расчет на прочность ускорителя при посадке в натяг в состоянии покоя. Расчет произведен в программном пакете ANSYS Workbench 2020 R1, использующем метод конечных элементов. Модель разбита на 1099146 элементов (1863985 узлов), из которых 43202 – CONTA174, 43202 – TARGE170, оставшиеся – SOLID187. Заданы граничные условия – цилиндрическое закрепление вместо радиально-упорных подшипников (так как нас не интересуют локальные эффекты в этих зонах, то расчет облегчается с применением идеально жестких шарниров). Приложена гравитационная нагрузка. На рисунке 2 представлена расчетная схема ускоритель-вал (скорость вращения в зависимости от расчета равна 0 и 32 000 об/мин).

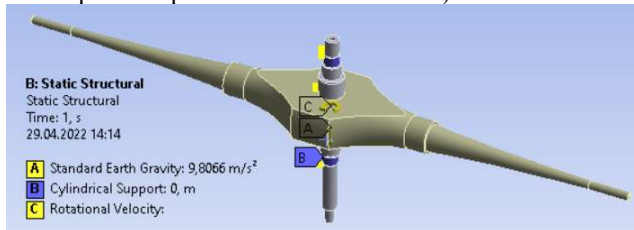


Рисунок 2 – Расчетная схема

На рисунках 3 и 4 приведены распределение эквивалентных напряжений по Мизесу и контактное давление в области посадки ускорителя на вал соответственно в состоянии покоя.

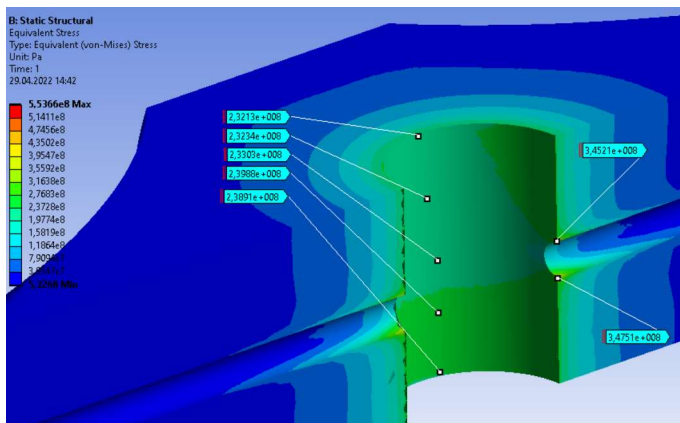


Рисунок 3 – Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в окрестности посадки в состоянии покоя

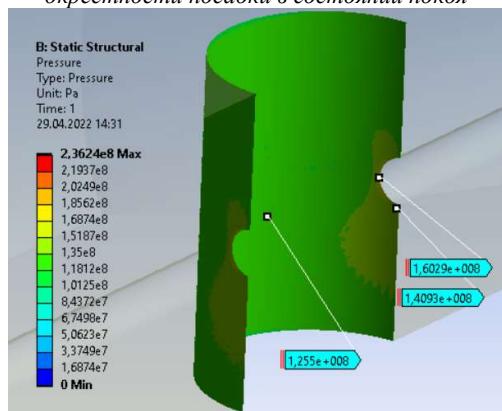


Рисунок 4 – Контактное давление от посадки в натяг в состоянии покоя

Максимальное эквивалентное напряжение находится в области радиального отверстия подачи порошка и равняется 347.5 МПа, что составляет 56.7% от предела текучести. Максимальное и среднее контактное давление равно 160 МПа и 125 МПа соответственно, что обеспечивает надежную посадку в статическом положении.

Произведен расчет на прочность ускорителя при посадке в натяг с максимальной рабочей скоростью вращения. Задана нагрузка – скорость вращения 32 000 оборотов в минуту. Остальные условия расчета такие же, как и в состоянии покоя. На рисунках 5 и 6 приведены распределение эквивалентных напряжений по Мизесу и контактное давление в области посадки ускорителя на вал соответственно при нагрузке в 32 000 оборотов в минуту.

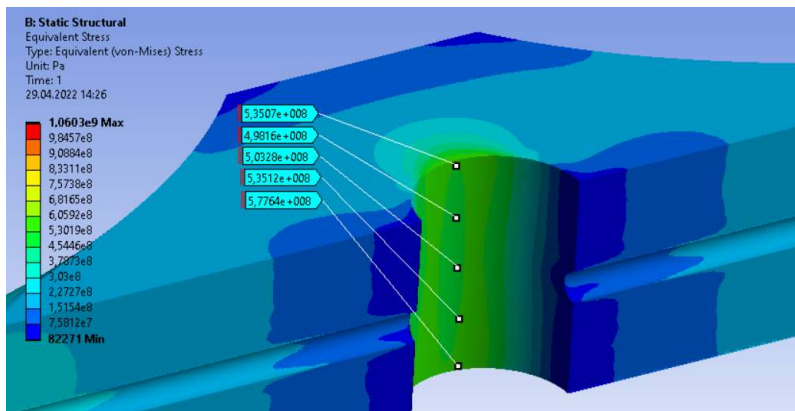


Рисунок 5 – Распределение эквивалентных напряжений по Мизесу в окрестности посадки при нагрузке 32000 об/мин

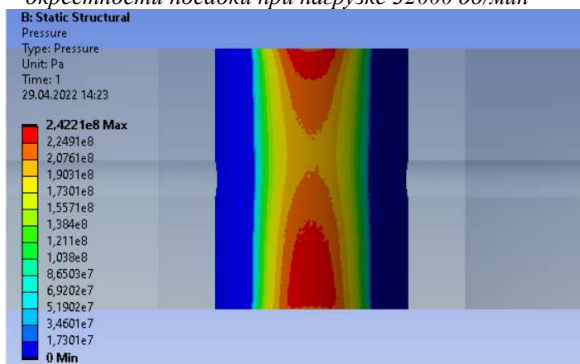


Рисунок 6 – Контактное давление от посадки в натяг при нагрузке 32000 об/мин

Максимальное эквивалентное напряжение в области посадки равняется 577.6 МПа, что составляет 94.2% от предела текучести. Заметим, что при вращении контур центрального отверстия растягивается в радиальном направлении вдоль лучей ускорителя и сжимается в перпендикулярном направлении, обжимая вал.

Максимальное контактное давление равно 242 МПа. Распределение давления крайне неравномерно, однако площадь контакта является достаточной для сохранения закрепления ускорителя на валу.

Подводя итог можно сказать, что конструкция двухлучевого ускорителя с посадкой в натяг является работоспособной при заданных параметрах нагрузки. Рекомендуется дальнейшая проработка данной конструкции.

## Список литературы

1. Оптимизация установки для холодного динамического напыления [Текст] / Д.С. Мосиенко, М.А. Леган // НАУКА. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ // Сборник научных трудов в 9 ч. / под ред. Гадюкиной А.В. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – С. 29–31.
2. Мосиенко Д.С. Расчет на прочность четырехлучевого центробежного ускорителя частиц порошка при посадке с натягом [Текст] / Д.С. Мосиенко, М.А. Леган // Интеллектуальный потенциал Сибири: сб. науч. тр. / Под. ред. Соколовой Д.О. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021. – Ч. 3. – С. 226-229.
3. ГОСТ 4784-2019. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки. – М.: Стандартинформ, 2019. – 30 с.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПОР КОНТАКТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА

Е.Д. Николаева, А.Е. Штрайх, А.Н. Кожевников  
ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический  
университет  
e-mail: kozhevnikov.2010@corp.nstu.ru

*Техническое состояние опор контактной сети городского электрифицированного состояния представляет актуальную задачу в силу сложности применения традиционного инструментального подхода. В данной работе приведены этапы распространения известного подхода к «новому» классу конструкций и представлены результаты апробации и приведены рассуждения о дальнейшем продолжении этого исследования.*

*Ключевые слова: техническое состояние конструкций, динамические параметры, частоты собственных колебаний, ранжирование конструкций, опора контактной сети.*

По разным оценкам на городской электрифицированный транспорт приходится до 20% пассажиропотока в г. Новосибирске, однако, существующая инфраструктура достаточно давно находится в эксплуатации и постепенно приходит к такому состоянию, в котором она не способна поддерживать функционирование контактной сети. Текущий уровень износа опор контактной сети может привести к

значительному росту числа аварийных ситуаций и, как следствие, к снижению надежности всей системы городского транспорта.

В настоящей работе основное внимание будет уделено опорам контактной сети, поскольку именно их задача поддерживать провода транспортной инфраструктуры, а также дополнительные элементы такие как, светофоры, лампы освещения и знаки регулирования дорожного движения. Опоры представляют собой консольно заземленный стержень переменного сечения, наиболее часто разрушения которого происходят на уровне закрепления в грунте (коррозия) или же в месте стыковки двух элементов разного сечения вследствие существенного перепада характеристик стержня.

Дополнительной сложностью выступает трудность дефектовки опор: потенциально опасные участки конструкции являются труднодоступными для проведения инструментального контроля: на уровне грунта необходимо откапывать конструкцию для корректного применения ультразвукового контроля; место стыковки труб разного диаметра находится на высоте, недоступной без дополнительного оборудования. В связи с этими особенностями конструкции наиболее часто применяемым на практике способом оценки состояния опор контактной сети выступает визуальный осмотр с целью исключения очевидных значительных повреждений (протяженные трещины, изломы, вмятины). Кроме того, уделяется внимание сохранению опорам вертикального положения: конструкции с наклоном от вертикали на угол более 5 градусов также требуют выправки.

Применяемые на постоянной основе подходы не могут гарантировать обнаружение всех поврежденных конструкций, особенно при развитии повреждений в подземной части опоры. Поэтому для обеспечения безопасной эксплуатации контактной сети городского транспорта актуальной становится задача разработки подхода к выявлению технического состояния конструкций по такому параметру, который был бы относительно легко определяем и, в то же время, позволял идентифицировать состояние всей конструкции.

В строительной отрасли в качестве такого интегрального индикатора технического состояния выступают динамические параметры, а именно, частоты и формы собственных колебаний, а также логарифмические декременты колебаний зданий и сооружений.

На текущий момент реализован алгоритм экспериментального определения частот собственных колебаний с последующим двух этапным сопоставлением результатов. Основная идея заключается в том, что для каждой обследованной опоры выделяются пять наиболее интенсивных частот собственных колебаний. Среди всех частот для

опор одного типа рассчитывается медианное значение частоты, которое позиционируется как «нормативное» - то значение частоты для данного типа конструкций, которое характеризует конструкцию со средним износом в условиях эксплуатации на обследованном участке контактной сети городского транспорта.

Затем каждое полученное собственное значение для опоры сопоставляется с нормативным. Если фактическое значение превышает нормативное, то результат сопоставления фиксируется в виде индекса технического состояния опоры (ИТС) равного единице (опора изношена меньше, чем средняя для данного участка установки). В противном случае ИТС считаем равным минус единице. Следовательно, каждая опора после экспериментального обследования имеет пятнадцать значений результатов сопоставления. Далее необходимо получить финальный индекс технического состояния для опоры. В качестве ИТС опоры будем рассматривать среднее арифметическое отдельных индексов технического состояния.

Следующим шагом выступает распределение опор на группы технического состояния. Рассмотрим три группы: «исправные», «работоспособные» и «ограниченно-работоспособные» конструкции. Основной интерес представляет назначение граничных уровней ИТС конструкций при распределении. На текущем этапе исследования будем считать исправными опоры со значением ИТС в диапазоне от  $-0.1$  до  $0.1$ . На практике это означает, что в конструкции при случайном природно-техногенном воздействии возбуждается примерно равное количество частот ниже и выше нормативного значения.

Пороговым значением для разделения «работоспособных» и «ограниченно-работоспособных» опор назначим  $|\text{ИТС}|=0.5$ . Следовательно, конструкции с подавляющим числом частот выше или ниже нормативного значения будут требовать дополнительного внимания в силу повышенного износа или существенно меньшего уровня повреждений относительно нормативного значения для рассматриваемого участка контактной сети.

По результатам апробации предложенного подхода на 54 опорах в г. Новосибирске получено следующее распределение опор: 13 «исправные», 29 «работоспособных» и 12 «ограниченно-работоспособных» конструкций. Для подтверждения полученного распределения необходимо увеличивать количество обследованных опор до формирования достаточно большой выборки экспериментальных данных. Особенный интерес представляет назначение пороговых значений и требует привлечения специалистов соответствующих обслуживающих организаций.



## Список литературы

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное. – Москва : Изд-во стандартов. 2011. 95 с.
2. Большаков, В. П. Вибродиагностика конструкций по формам их собственных колебаний / В. П. Большаков, Е. А. Законников – Текст : непосредственный // Вибродиагностика и виброзащита машин и приборов. – 1989. – С. 71–76.
3. Бурнышева Т. В. Методика оценки технического состояния опор воздушных линий электропередачи с учетом типовых эксплуатационных дефектов / Т. В. Бурнышева, А. Н. Кожевников // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2021. – № 2 (110). – С. 2-13.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЛЛОНОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ИЗ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

К.О. Новикова, И.П. Олегин  
ФГБОУ ВО Новосибирский государственный технический  
университет  
e-mail: ksennovik@bk.ru

*Исследуется особенность напряженного состояния цилиндрической оболочки, образованной намоткой однонаправленной лентой. С достаточной степенью точности можно пренебречь несущей способностью связующего и заменить ленту системой волокон, воспринимающих нагрузку только в одном направлении (нитяная модель). Произведен расчет в программной среде Mathcad.*

*Ключевые слова: цилиндрическая оболочка; нагрузка; волокна, нитяная модель; Mathcad; прочность.*

Рассматривается герметичный баллон, находящийся под действием внутреннего давления  $P$  и образованный системой кольцевых и спиральных волокон по схеме  $[\pm\varphi, \pi/2]_s$ . На первом этапе исследуется часть баллона, представляющая собой оболочку радиуса  $R$  (рисунок 1). Днища баллона могут быть плоскими или сферическими. Внутренний слой оболочки может быть образован полимерной пленкой или слоем тонкой алюминиевой фольги. В силу того, что толщина этого слоя

много меньше толщины стенки баллона, его прочностные и жесткостные характеристики не учитываются.

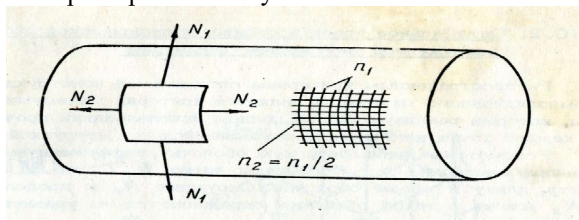


Рисунок 1 – Цилиндрическая оболочка

Вторым этапом, после выделения рабочих элементов является определение толщины стенки оболочки  $H$  для допустимого значения внутреннего давления  $P$  при заданном диаметре оболочки  $d$ :

- Для оболочки из однонаправленных слоев (углепластик, стеклопластик, боропластик) с армированием  $[\pm\varphi, \pi/2]_s$  и  $[0, \pi/2]_s$  на базе нитяной модели из условия полного разрушения по критерию максимальных напряжений при условии равнопрочности слоев:

$$\sigma_1^i = \frac{\sigma_{B1p}}{\sigma_{B1c}} \quad (1)$$

- Для металлической оболочки (из титана и стали) из условия прочности Мизеса:

$$\sigma_T = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_1)^2 + (\sigma_2)^2} \quad (2)$$

Необходимо сравнить погонные массы композитных оболочек и металлических, удовлетворяющих одинаковым условиям прочности. Из условия равновесия элемента поверхности оболочки следует, что погонные усилия определяются следующими равенствами:

$$N_1 = \frac{pd}{4}; \quad N_2 = \frac{pd}{2} \quad (3)$$

А средние по толщине стенки напряжения:

$$\sigma_x = \frac{pd}{4H}; \quad \sigma_y = \frac{pd}{2H} \quad (4)$$

$H_1$ -суммарная толщина слоев с направлением армирования  $\pm\varphi^\circ$ ,  $H_2$ -суммарная толщина слоев с направлением армирования  $\pi/2^\circ$ .

Толщина стенки оболочки  $H = H_1 + H_2$ .

Положим  $H_1 = H/3$ . Это условие соответствует соотношению между напряжениями (4)  $\sigma_y = 2\sigma_x$ , что обеспечивает равнопрочность напряжений в слоях  $\pm\varphi^\circ$  и  $90^\circ$ .

Тогда выражения (4) примут вид:

$$\sigma_x = \frac{1}{4}\sigma_0, \quad \sigma_y = \frac{1}{2}\sigma_0 \quad (5)$$

где

$$\sigma_0 = \frac{pd}{H} \quad (6)$$

$\sigma_0$  - параметр нагружения, подлежащий определению из критерия максимальных напряжений (1).

Определив осредненные характеристики жесткости и параметр  $\sigma_0$ , который будет зависеть только от комбинации параметров (6), можно определить толщину стенки из соотношения (5), обеспечивающую прочность баллона, заданного диаметра  $d$  при допуске внутреннем давлении  $P$ :

$$H \geq \frac{pd}{\sigma_0} \quad (7)$$

Аналогичные исследования проводились для ортогонально армированной оболочки (нитяная модель) с углами армирования  $[0, \pi/2]_s$ .

### Список литературы

- 1 В. Н. Максименко, И. П. Олегин, «Теоретические основы методов расчета прочности элементов конструкций из композитов», Новосибирск: НГТУ 2006.
- 2 В. Н. Максименко, И. П. Олегин, Н. В. Пустовой, «Методы расчета на прочность и жесткость элементов конструкций из композитов», Новосибирск: НГТУ 2015.
- 3 И.Ф. Образцов, В.В. Васильев, В.А. Бунаков, «Оптимальное армирование оболочек вращения из композиционных материалов». М.: Машиностроение, 1977. –140 с.

## РАЗРУШЕНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ПЛАСТИН ПРИ ВДАВЛИВАНИИ СТАЛЬНЫХ ШАРОВ

Д. И. Пилипенко<sup>1</sup>, М. А. Леган<sup>1,2</sup>, А. Н. Новоселов<sup>2</sup>

1 Новосибирский государственный технический университет

2 Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева

Пилипенко Д. И., e-mail: [hatoryhanzo734@gmail.com](mailto:hatoryhanzo734@gmail.com)

*В статье представлены результаты испытаний по разрушению образцов в виде круглых стеклянных пластин с толщинами 3 мм и 5 мм. Данные испытания проводились для того, чтобы рассмотреть: каким образом будет разрушаться пластина, обнаружить образование кольцеобразных трещин, а также определить толщину пластины, при*

*которой разрушения будут происходить не от изгибных, а от контактных напряжений.*

*Ключевые слова: стекло, кольцеобразные трещины, образец, эксперимент, круглая пластина*

В статье [1] проводилось численное и аналитическое моделирование задачи о разрушении стеклянной пластины, нагруженной стальным шаром. Численный эксперимент проводился в конечно-элементном пакете ANSYS Workbench 19, использовалась формула Войновского-Кригера [2] для нахождения изгибных напряжений на нижней части пластины и решение Хубера [3] для вычисления контактных напряжений. Растягивающие напряжения в окрестности области контакта оказались на порядок больше, чем изгибные. Поэтому, для того чтобы понять каким образом происходит разрушение стеклянной пластины, необходимо провести испытания круговых стеклянных пластин до разрушения.

Опишем методику испытаний:

1. Круговую стеклянную пластину диаметром 20 мм и толщиной 3 мм помещаем в выемку цилиндра со сквозным отверстием.

2. Сверху в центр стеклянной пластины кладем стальной шарик.

3. Для фиксации шарика сверху на него устанавливаем цилиндр с лункой.

4. Вся система из нижнего цилиндра с отверстием, пластины, шарика и верхнего цилиндра с лункой выравнивается по оси внешним цилиндром.

5. Снизу под цилиндром со сквозным отверстием устанавливается микроскоп, при этом объектив микроскопа направлен в центр стеклянной пластины через сквозное отверстие цилиндра.

6. Вдавливаем стальной шарик со скоростью 3 мм/ч до разрушения стеклянной пластины. Фиксируем усилие, при котором образуются трещины. Нужно ответить на вопрос: образуются ли кольцевые трещины в окрестности области контакта на верхней стороне пластины до того, как происходит разрушение пластины от изгибных растягивающих напряжений на нижней стороне пластины?

Если при разрушении образца, кольцевых трещин не будет выявлено, то необходимо провести аналогичные испытания с круглыми пластинами толщиной 5 мм.

В ходе первого этапа экспериментов были разрушены восемь стеклянных пластин радиусом 20 мм и толщиной 3 мм с использованием стальных шаров диаметром 3, 6 и 9 мм. Испытания

проводились на установке Zwick/Roell Z100. Получены значения усилий и перемещений пуансона при разрушении пластин.

Вдавливание стального шара в образцы происходило со скоростью 3 мм/ч до разрушения. При покадровом просмотре видеозаписи, из всех восьми испытаний не было обнаружено образование кольцевых трещин перед разрушением образца (Рисунок 1).



Рисунок 1 — Последовательность кадров

Общий вид разрушенного образца показан на рисунке (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Один из разрушенных образцов толщиной 3 мм

В ходе проведения первого этапа экспериментов были получены значения усилий и перемещений пуансона при разрушении образцов. При этом не было обнаружено появление кольцевых трещин перед разрушением круговой пластины. При увеличении толщины пластины можно наблюдать появление кольцевых трещин в окрестности области контакта [4].

Далее был проведен второй этап экспериментов, в ходе которого было разрушено тридцать стеклянных пластин радиусом 20 мм и толщиной 5 мм с использованием стальных шаров  $\varnothing$  3.2, 6 и 10 мм. Получены значения усилий и перемещений пуансона при разрушении.

Вдавливание стального шара в образцы происходило со скоростью 3 мм/ч до разрушения. При покадровом просмотре видеозаписи, при разрушении всех тридцати образцов, были обнаружены кольцевые трещины перед разрушением. (Рисунок 3).



Рисунок 3 – Последовательность кадров

Общий вид разрушенного образца показан на рисунке (Рисунок 4).



*Рисунок 4 – Один из разрушенных образцов толщиной 5 мм*

В результате второго этапа испытаний были обнаружены кольцевые трещины перед разрушением круглой пластины. Среднее время испытания одного образца составляло примерно 6 минут, однако кольцевые трещины в некоторых случаях появлялись уже на третьей минуте испытания, далее они распространялись, принимали конусообразную форму и происходило разрушение.

#### **Список литературы**

1. Пилипенко Д. И. Разрушение хрупких прозрачных материалов вблизи области контакта со стальными шарами / Д. И. Пилипенко, М. А. Леган, Н. В. Федорова // Наука. Промышленность. Оборона: тр. 21 Всерос. науч.-техн. конф., Новосибирск, 7–9 окт. 2020 г. В 4 т. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. – Т. 1. – С. 55-60.
2. Тимошенко С. П., Войновский-Кригер С. Пластины и оболочки. – М.: Наука, 1966. – 636 с.
3. Huber M. T. Zur Theorie der Berührung fester elastischer Körper // Ann. Physik. 1904. Bd. 14. – S. 153–163.
4. Леган М. А. Разрушение стекла вблизи области контакта со стальными шарами / М. А. Леган, А. Н. Новоселов, Н. В. Федорова // Прикл. механика и техн. физика. – 2018. – Т. 59, № 4. – С. 149–159.

#### **ИСПЫТАНИЯ ОБРАЗЦОВ С ПОКРЫТИЕМ И БЕЗ НЕГО ИЗ МАТЕРИАЛА Д16Т**

В.М. Томшин, А.Н. Пель  
Новосибирский государственный технический университет,  
wiktom@mail.ru

*В статье представлены результаты эксперимента статического нагружения образцов из материала Д16Т. Основные механические*

характеристики материала, необходимые для оценки прочности и деформаций, получают из стандартных статических механических испытаний и с привлечением большого количества экспериментальных данных. В данной статье представлены испытания образцов на растяжение.

Ключевые слова: эксперимент, микродуговое, статическое, оксидирование, покрытие, поверхность, разрушение.

Статические испытания проводились на цилиндрических образцах из материала Д16Т изготовленных заказчиком. Одна часть образцов не имела на поверхности покрытия (Рисунок 1), а во второй присутствовало на поверхности покрытие, которое выполнено по технологии микродугового оксидирования (МДО) (Рисунок 2).



Рисунок 1 - Цилиндрически образцы без покрытия



Рисунок 2 - Цилиндрические образцы с МДО покрытием

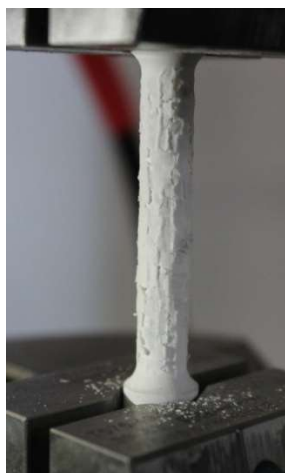
Испытания проводились на машине Instron 8801 при помощи программного обеспечения BlueHill 3. Деформация образца измерялась с помощью навесного датчика (Рисунок 3).



*Рисунок 3 - Закрепленный на образце датчик деформаций*

Разрушение образцов происходило по хрупкому сценарию.

Следует отметить, что при испытаниях образцов с покрытием наблюдалось разрушение поверхностного слоя МДО покрытия (Рисунок 4).



*Рисунок 4 - Разрушение слоя МДО покрытия при испытаниях*

Ввиду хрупкости материала при разрушении образцов на графиках наблюдались забросы максимальной нагрузки. Это видно в протоколах испытаний. Максимальные нагрузки для этих образцов были взяты с увеличенных графиков. Пересчитанные значения максимальных нагрузок и пределов прочности приведены в полученных результатах статических испытаний в таблице 1.



Таблица 1 -Результаты испытаний

		Макс. нагрузка (н)	Предел прочности (МПа)	Предел текучести (условный) $\sigma_1$ (МПа)	Модуль Юнга (МПа)
Без	1/21 С1	26 220	531	395	71 022
	1/21 С2	26 650	540	407	73 043
	1/21 С3	26 795	543	407	72 543
	Среднее	26 555	<b>538</b>	<b>403</b>	<b>72 203</b>
С	1/21 ПС1	24 380	501	388	74 250
	1/21 ПС2	23 897	491	379	73 542
	1/21 ПС3	24 800	502	388	72339
	Среднее	24 359	<b>498</b>	<b>385</b>	<b>73 377</b>

Анализ результатов статических испытаний показывает, что нанесение покрытия относительно незначительно снижает предел прочности и предел текучести (в пределах 4-7 %). Это снижение, возможно, происходит из-за изменения (модификации) поверхностного слоя образцов.

### Список литературы

1. Кузнецова Е. В. Экспериментальная механика. Учебно-методическое пособие. Пермь, Россия. 2009.
2. Технологии повышения долговечности деталей машин восстановлением и упрочнением рабочих поверхностей комбинированными методами с применением микродугового оксидирования: монография / А.В.Коломейченко. – Орел: Изд-во Орел ГАУ, 2013. – 230с.
3. Микродуговое оксидирование металлов и сплавов: монография/ П.С. Гордиенко, В.А. Достовалов, А.В. Ефименко. Дальневосточный федеральный университет, Институт химии ДВО РАН. – Владивосток: Издательский дом Дальневост.федерал.ун-та, 2013. – 522 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОВЫХ ТОПОЛОГИЙ КРОНШТЕЙНА В ПАКЕТЕ ANSYS WORKBENCH С УЧЕТОМ ТИПА МАТЕРИАЛА

Щедренко С.Р., Бурнышева Т. В.  
Новосибирский государственный технический университет,  
sofa91166@gmail.com

*В настоящее время топологическая оптимизация конструкций находит применение во многих областях. Разработка новых методов и подходов для реализации наиболее легких (но при этом жестких и прочных) конструкций имеет важное значение как в прикладной, так и в теоретической науках. В данной статье описывается опытное исследование тестовых образцов из пластика ПЛА, рассматриваются новые топологии кронштейна из стали и пластика, полученные с помощью пакета ANSYS Workbench, а также сравниваются решения задачи топологической оптимизации кронштейна из данных материалов.*

*Ключевые слова: аддитивные технологии, снижение массы, метод конечных элементов, топологическая оптимизация, численные методы.*

### **Введение**

Топологическая оптимизация – это процесс, в результате которого изменяется форма рассматриваемого элемента или объекта путем удаления некоторой области исходной конструкции. Целью данного процесса является максимизация производительности конструкции с учетом внешних сил, граничных условий и ограничений.

Самым первым методом топологической оптимизации можно считать SIMP (Isotropic Material with Penalization), или метод пенализации для твердого изотропного тела [1]. В SIMP подразумевается, что в области моделирования необходимо размазать условный объект и материал для него в виде промежуточной плотности, и постепенно собрать эту плотность в отдельные элементы конструкции.

Основная идея второго метода — по возможности оставлять полезные для данной конструкции области, несущие нагрузку, где есть напряжение, а ненапряженные области удалять. Такая техника довольно просто реализуется и называется методом эволюционной оптимизации конструкции ESO (Evolutionary Structural Optimization) [1]. Также, метод двунаправленной эволюционной оптимизации конструкции BESO (Bi-directional Evolutionary Structural Optimization)

позволяется не только удалять, но и добавлять эффективный материал, что позволяет найти более совершенные структуры [1].

#### **Постановка задачи**

Рассматривается кронштейн массой  $m=0,1622$  кг и толщиной  $h= 10$  мм. Нижнее отверстие кронштейна закреплено жестко, а верхнее – с поворотом по оси  $z$ . Материал конструкции – сталь 3 и пластик ПЛА. Их физические характеристики представлены в таблицах 1-2.

Необходимо найти оптимальную по массе конструкцию так, чтобы при приложении нагрузки на проушину кронштейна оптимизированная конструкция сохраняла свою жесткость и не превышала предела текучести материала (табл. 1).

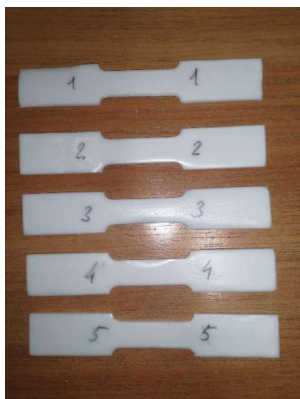
*Таблица 1*  
*Физические характеристики материала Сталь 3*

Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Модуль Юнга $E$ , Па	Коэффициент Пуассона $\mu$	Предел текучести $\sigma_T$ , Па
7850	$2 \cdot 10^{11}$	0,3	$255 \cdot 10^6$

Решать поставленную задачу будем численно, с помощью конечно-элементного пакета программы ANSYS [2]. В соответствии с типом материала рассмотрим два случая нагружения. Сила, действующая на проушину вдоль оси  $y$  в случае со сталью Ст3 равняется  $P_y = -4000$  Н, а в случае с пластиком ПЛА –  $P_y = -500$  Н.

#### **Экспериментальное исследование образцов из пластика ПЛА**

Для определения свойств пластика ПЛА необходимо провести ряд тестовых экспериментов. С помощью 3d-принтера были напечатаны 5 образцов с заполнением 100%. На рисунке 1 представлены тестовые образцы и экспериментальная установка для нахождения упругих и физических характеристик пластика. Результаты испытаний в виде физических характеристик представлены в табл. 2.



а)



б)

Рис. 1 – а – образцы из пластика; б – экспериментальная установка.

Таблица 2

Физические характеристики материала ПЛА

Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Модуль Юнга $E$ , Па	Коэффициент Пуассона $\mu$	Предел текучести $\sigma_T$ , Па
1250	$2857 \cdot 10^6$	0,3	$39,6 \cdot 10^6$

### Нахождение оптимальных по массе конструкций

Расчеты по решению поставленной выше задачи будем проводить в конечно-элементном пакете ANSYS Workbench. Рассмотрим три расчетных случая, в которых масса оптимизированных моделей составит 40%, 25% и 20% от исходной массы кронштейна соответственно.

На рис. 2 представлена исходная модель кронштейна в модуле ANSYS Mechanical с наложенными на нее ограничениями и нагрузкой, а также конечно-элементная сетка конструкции, состоящая из 20-ти узловых гексаэдрических элементов SOLID186.

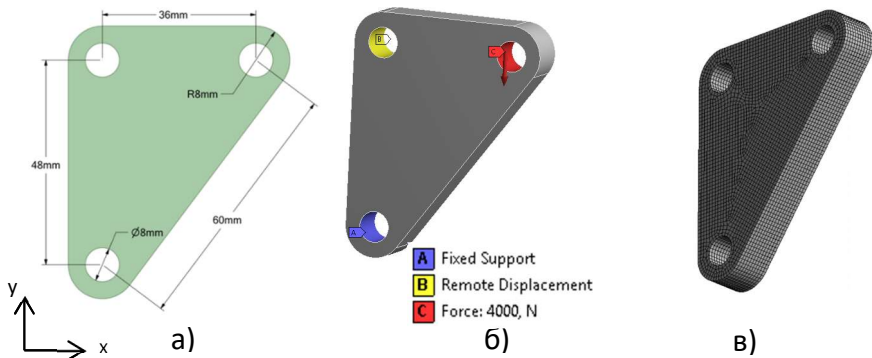
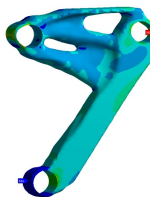
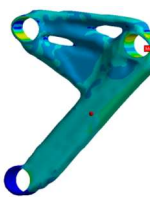


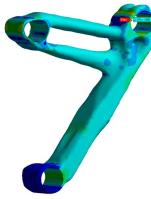
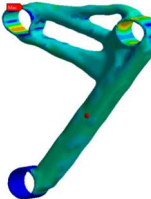
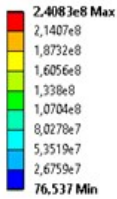
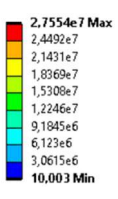

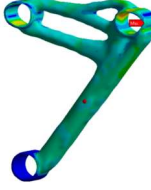
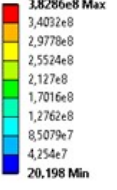
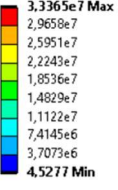
Рис. 2 – исходная модель: а – геометрические параметры; б – задание ограничений и нагрузки в модуле ANSYS Mechanical; в – сетка конструкции

Вместе с тем необходимо учитывать, что после численного решения задачи топологической оптимизации поверхность тела не является гладкой, а состоит из граней элементов сетки, оставшихся после оптимизационного расчета.

В таблице 3 представлены полученные модели, а также их напряженно деформированные состояния (НДС). Все полученные данные сведены в табл. 4.

Таблица 3  
Напряженно-деформированное состояние оптимизированных конструкций из стали 3 и пластика ПЛА с различной долей массы от исходной

Доля массы оптимизированной модели	НДС обработанной топологии из стали		Напряжения в конструкции	
	сталь	пластик	сталь	пластик
40%			<p>1,659e8 Max</p> <p>1,4746e8</p> <p>1,2903e8</p> <p>1,106e8</p> <p>9,2164e7</p> <p>7,3731e7</p> <p>5,5299e7</p> <p>3,6866e7</p> <p>1,8433e7</p> <p>219,13 Min</p>	<p>2,1197e7 Max</p> <p>1,8842e7</p> <p>1,6486e7</p> <p>1,4131e7</p> <p>1,1776e7</p> <p>9,4208e6</p> <p>7,0656e6</p> <p>4,7104e6</p> <p>2,3552e6</p> <p>38,856 Min</p>

Доля массы оптимизированной модели	НДС обработанной топологии из стали		Напряжения в конструкции	
	сталь	пластик	сталь	пластик
25%				
20%				

Подходящими оптимизированными конструкциями будут являться те, напряжения в которых наиболее близки к пределу текучести материала. Из таблицы 2 видно, что наилучшими вариантами конструкции будут топологии из стали с 25% массы от исходной модели и из пластика с долей в 20% массы. В таблице 3 приведено сравнение полученных топологий оптимизированного кронштейна из разного материала.

Таблица 4

Сравнение результатов топологической оптимизации

Доля от массы исходной конструкции, %	Масса конструкции, кг		Максимальные напряжения, МПа	
	Сталь 3	Пластик ПЛА	Сталь 3	Пластик ПЛА
100%	0,1622	0,0258	90,962	11,370
40%	0,0697	0,0106	165,90	21,200
25%	<b>0,0463</b>	0,0068	<b>240,83</b>	27,554
20%	0,0393	<b>0,0056</b>	382,86	<b>33,365</b>

### Заключение

Были описаны тестовое экспериментальное исследование материала ПЛА и его результаты. С помощью численного решения получены новые топологии кронштейна из стали и пластика, с заданной жесткостью и сниженной массой от исходной модели в 3 и 4 раза

соответственно. Полученные модели отличаются друг от друга, что характеризуется различными физическими и упругими характеристиками исследуемых материалов.

### ***Список литературы***

1. Башин К. А., Торсунов Р. А., Семенов С. В. Методы топологической оптимизации конструкций, применяющиеся в аэрокосмической отрасли // Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника. — 2017. — № 51. — С. 51—61.
2. Марчук, Н. И., Прасоленко Н. И. Решение задач топологической оптимизации конструкций с использованием программы ANSYS // Новая наука: опыт, традиции, инновации. — 2017. — Т. 2, № 4. — С. 196—199.
3. Sigmund, O. and Maute, K., 2013. Topology optimization approaches. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 48(6), pp.1031-1055.
4. Rozvany, G.I., 2009. A critical review of established methods of structural topology optimization. *Structural and multidisciplinary optimization*, 37(3), pp.217-237.

# СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ

## АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

К.Е. Анциферова, А.А. Зверев, Р.О. Никулин  
Новосибирский государственный технический университет  
r.nikulin@corp.nstu.ru

*Изготовление и проектирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – очень перспективная отрасль, вследствие того то что они применяются во многих сферах деятельности. Большая часть БПЛА, производимых в России, собирается из зарубежных комплектующих. Однако нередко их параметры не удовлетворяют требованиям, либо должны быть отечественными в тех отраслях, где это необходимо. Так же данные, указанные производителем, не всегда достаточны для проектирования, по этой причине задачами исследования стали: 1) обзор существующих конструкций; 2) испытание одного наиболее популярного двигателя. Исследования проводятся с целью дальнейших разработок отечественного аналога для более динамичного развития этой отрасли в России и импортозамещения.*

*Ключевые слова: электрический двигатель, постоянные магниты, дробнозубцовые обмотки, БПЛА, летательные аппараты, испытания электрических машин.*

Рассмотрев различные виды конструкций БПЛА, были выбраны двигатели для мультикопторных дронов, вследствие того то что их изготовление считается наиболее выгодным с экономической точки зрения. Кроме того, исследование связано с работой, которая уже проводится на кафедре Электромеханики по запросу заказчика.

Основные типы двигателей, которые используются в БПЛА – электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, а также комбинированное решение, когда на одном летательном аппарате используются разные двигатели совместно. Изучив особенности всех видов, был выбран электродвигатель по ряду причин. Во-первых, по сравнению с другими видами он имеет более высокий коэффициент полезного действия, во-вторых, такого рода двигатель имеет меньший вес, чем его аналоги других типов, в-третьих, электродвигатели более перспективны с точки зрения экологии, так как при их работе не



происходит вредных выбросов в атмосферу, обусловленных сгоранием топлива.

В большинстве случаев проектирование двигателей ведётся в идеализированных условиях, поэтому его реальные показатели при работе могут отличаться от заявленных производителем. В связи с этим проектирование двигателя должно быть ориентировано на другие параметры. Для этого были проведены испытания для снятия реальных показаний и получения более точной и недостающей информации о характеристиках двигателя, определения реального уровня его нагрева.

Для стыковки с гистерезисным тормозом потребовалось спроектировать и напечатать подходящий переходник на 3D-принтере. На рисунке 1 представлен нагрузочный стенд с уже состыкованным двигателем.

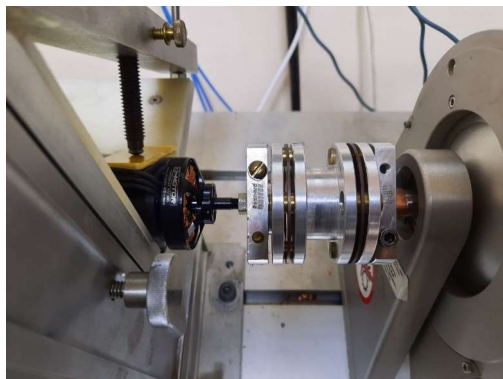


Рисунок 1 – Стыковка двигателя с гистерезисным тормозом

В ходе эксперимента были измерены такие величины как: сила тока, температура двигателя, крутящий момент на валу, частота вращения двигателя, мощность тормоза, временные промежутки, требуемые для выхода на установившийся температурный режим. В таблице 1 представлены полученные результаты. На рисунке 2 можно увидеть распределение тепла, выработанного при работе двигателя.

Таблица 1 – характеристики двигателя *Antigravity MN4006 KV380*.

Сила тока, А	Температура, С°	Крутящий момент на валу, Н×м	Частота вращения двигателя, об/мин	Мощность тормоза, Вт	Временные промежутки, мин
1,6	56	0,05	3690	20	15
2,3	66	0,075	3795	30	10
2,6	78	0,1	3740	40	10
3,2	99	0,125	3705	50	15

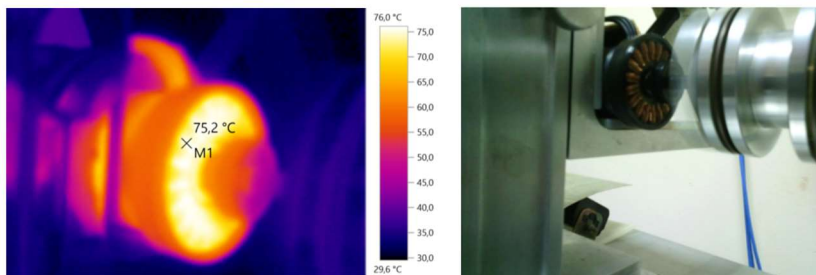


Рисунок 2 – Снимок с тепловизора во время работы двигателя.

Таким образом, были получены данные, основываясь на которых в дальнейшем можно будет провести сравнительный анализ, что позволит выявить преимущества или недостатки разрабатываемого двигателя по сравнению с имеющимся.

Выводы:

- 1) В данной работе были рассмотрены различные вариации беспилотных летательных аппаратов и их силовых установок;
- 2) Были использованы передовые технологии для проведения испытаний, а именно 3D-моделирование и 3D-печать;
- 3) Полученные в процессе исследования данные дадут возможность сравнить и более детально проработать разрабатываемый двигатель при его дальнейшем проектировании.

### Список литературы

1. Уразбахтин Р. Р. Двигатели для беспилотных летательных аппаратов //Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – №. 2-3 (56).
2. Макаров С. А., Атутова Ж. В., Шеховцов А. И. Применение беспилотных летательных аппаратов в географических исследованиях. – 2018.
3. Zhang B. et al. Overview of Propulsion Systems for Unmanned Aerial Vehicles //Energies. – 2022. – Т. 15. – №. 2. – С. 455.

## СНИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТЕРЬ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТОКА ПО ЛИНИЯМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.

А.А. Бабенков , Д. С. Башкиров  
Сибирский Государственный Университет Путей Сообщения,  
bab3nikov.lexa@yandex.ru

*В данной работе были выяснены причины, которые приводят к потерям электрического тока при транспортировке на большие расстояния по проводам, и была собрана установка, имитирующая длинный участок линий электропередач на котором был проведён эксперимент по снижению электропотерь при передаче электроэнергии, с использованием повышающих и понижающих трансформаторов.*

*Ключевые слова: трансформатор, электропотери, линии электропередач, напряжение, активного сопротивления.*

### **Цель:**

Определить экспериментальным путём способы снижения потерь электроэнергии при передаче на большие расстояния по линиям электропередач.

### **Задачи:**

- 1) Собрать экспериментальную установку
- 2) Провести эксперимент с использованием трансформаторов для преобразования напряжения
- 3) Сделать выводы о эффективности способов снижения потерь за счет повышения электрического напряжения

### **Передача электроэнергии:**

При передаче электроэнергии на большое расстояние возникают электропотери.

Это связано с тем, что протекая по ЛЭП ток нагревает провода.

Потери определяются законом Джоуля - Ленца

### **Закон Джоуля – Ленца:**

Сопротивление проводника определяют такие характеристики, как его длина, площадь и проводимость, при этом верны следующие утверждения:

- количество теплоты в проводнике снижается при увеличении площади его сечения

- тепловой эффект снижается при уменьшении длины проводника

$$Q = I^2 R \Delta t$$

### Снижение электропотерь

Для снижения электропотерь на крупных электростанциях устанавливают повышающие трансформаторы, а в пункте назначения стоят понижающие трансформаторы

### Трансформаторы

- Трансформатор увеличивает напряжение линии во столько же раз, во сколько уменьшает силу тока.
- Таким образом достигается снижение потерь на ЛЭП.

### Схема доставки электричества на большие расстояния:

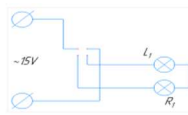


### Схема эксперимента

- Для создания установки использовались два трансформатора и четыре лампы накаливания.
- В первом опыте передача энергии от генератора переменного тока к лампе накаливания без использования трансформаторов.
- Во втором опыте передача энергии через повышающий и понижающий трансформаторы.

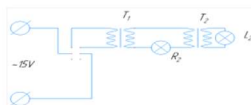
### Первый опыт:

- В первом опыте лампочка подключалась без использования трансформаторов, в качестве активного сопротивления использовалась вторая лампочка



### Второй опыт

- Во втором опыте перед активным сопротивлением был подключен повышающий трансформатор, а после активного сопротивления был установлен понижающий трансформатор.



### Подведение итогов эксперимента

В первом опыте лампочка горела тускло, а во втором опыте лампочка горела ярко, это значит, что во втором опыте нам удалось снизить электропотери.

### Вывод:

Изготовлена установка, имитирующая длинный участок ЛЭП и проведена серия экспериментов по изучению свойств влияния трансформаторов на передачу электроэнергии. Удалось наглядно продемонстрировать, что повышение электрического напряжения приводит к снижению электропотерь. Данный опыт широко применяется в электроэнергетике.

### Список литературы

1. Кузнецов С.И., Электростатика. Постоянный ток. -ТПУ, 2006.
2. Бодунов Е.Н., Никитченко В.И., Петухов А.Н., Хохлов Г.Г., Интенсивный курс физики . СПб.: ФГБУ ВПО ПГУПС, 2015.
3. Борисов В.В. Электростатика (Теория и практика). Рубцовский индустриальный институт. 2014. - 49 с.

## АЗИЯ ДЛЯ РОССИИ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ

С.А. Бурманов, Д.А. Закурдаев, Д.А. Котин  
Новосибирский государственный технический университет  
[burmanov99@bk.ru](mailto:burmanov99@bk.ru)

*В свете западных санкций более важным стало сотрудничество со странами Азии. Поскольку ни одна из азиатских стран не поддержала меры Вашингтона против России, их неприсоединение стало особенно важным для усилий Москвы по адаптации к западным санкциям. Соответственно, Россия активизировала свой рынок на Восток, поскольку это помогло нивелировать влияние санкций и облегчить нагрузку на российскую экономику. В статье проводится анализ взаимодействия Китая и России, где первый представлен в качестве*

*стратегического партнера по вопросу импортозамещения западного оборудования.*

*Ключевые слова: Азия, китайские аналоги, российский рынок, импорт, комплектующие.*

Первоначально поворот России в сторону Азии рассматривался как краткосрочная тактическая мера, призванная выиграть драгоценное время для разработки аналогов западного оборудования. Однако в связи с затянувшимся прогрессом в области импортозамещения сотрудничество со странами Азии стало важной частью долгосрочной повестки для России. Азия стала новым экспортным рынком углеводородов и оружия, ведущим поставщиком передовых технологий и главной альтернативой западному капиталу.

По мере ухудшения отношений с Западом Россия стремилась увеличить экспорт энергоносителей и продажу оружия азиатским покупателям. С запуском нефтепровода Восточная Сибирь — Тихий океан (ВСТО) экспорт российской нефти в Китай увеличился, и в 2017 году Россия стала крупнейшим поставщиком нефти в Китай, сместив Саудовскую Аравию. Планы России по расширению пропускной способности трубопровода будут означать, что треть ее экспорта нефти будет направляться в Азиатско-Тихоокеанский регион. Москва также должна стать крупным поставщиком природного газа в Китай. В декабре 2019 года заработала долгожданная «Сила Сибири», начав поставки тридцати восьми миллиардов кубометров природного газа в год в течение тридцати лет [1].

С 2014 года китайские компании стремительно завоевывают российский рынок технологического оборудования и постепенно наращивают свое мастерство. В энергетическом секторе китайские нефтесервисные компании стали заметным альтернативным поставщиком буровых установок — рынок, на котором ранее доминировали западные фирмы. Jereh Group и Sichuan Honghua Petroleum Equipment стали крупными поставщиками буровых установок, увеличив свою долю на российском рынке до 45%. Качество китайских технологий СПГ и морского оборудования значительно улучшилось, выдержав испытания на Ямал СПГ, принадлежащем «Новатэку». Нарушив западную монополию, шесть китайских оффшорных инженерных компаний занялись строительством модулей и производством транспортных судов. Технологический опыт Китая в арктическом шельфе постепенно расширялся. Ранее китайские технологии считались непригодными для суровых арктических условий.

В оборонном секторе жизненно важную роль сыграло сотрудничество с Индией и Юго-Восточной Азией. Индия усилила свою роль в военно-техническом сотрудничестве с Россией. Индийские чипсеты были выбраны для российских спутников ГЛОНАСС нового поколения после того, как были лишены западных комплектующих. В 2018 году Индия завершила выполнение давно ожидавшегося контракта на строительство четырех российских фрегатов с управляемыми ракетами на верфи в Гоа. Первоначально корабли проектировались для оснащения газовыми турбинами украинского производства, но после запрета Украины на товары двойного назначения строительство было перенесено на индийскую государственную верфь по выгодной цене. На Восточном экономическом форуме-2019 Индия подписала соглашение о сотрудничестве по совместному производству запасных частей и комплектующих для российской военной техники, где не маловажным фактом стали военно-технические связи с Юго-Восточной Азией, включая Тайвань, Индонезию и Малайзию, ибо стало возможным поставка компонентов, ранее закупаемых в странах НАТО. Использование китайских аналогов натовских и украинских двигателей оказалось особенно проблематичным, ибо китайские оборонные технологии по качеству все еще отстают от конкурентов [2].

За пять лет импортозамещения России не удалось добиться полного экономического суверенитета. Недостаток внутренних возможностей и низкое качество отечественной продукции тормозили прогресс. Сложности усугублялись плохой межотраслевой координацией и погоней за прибылью. В результате локализация с иностранными партнерами и диверсификация импорта за счет не западных стран постепенно заменили затянувшееся импортозамещение. Хотя западные санкции в значительной степени не смогли заставить Россию изменить свое поведение, они увеличили экономические издержки ее внешней политики и вынудили ее адаптироваться. Эта адаптация спровоцировала секьюритизацию экономики и смену геополитических ориентаций России на Восток. Секьюритизация российской экономики и разворот страны к Азии будут иметь несколько последствий для эффективности санкций [3]. Во-первых, российская политика секьюритизации негативно скажется на эффективности и прозрачности экономики. Во-вторых, растущая чрезмерная зависимость России от Китая и Индии нанесет ущерб двум устремлениям России: к самодостаточности и технологическому суверенитету. Отказ от развития собственного производства в долгосрочной перспективе усугубит технологическое отставание России. Помощь Китая и Индии обходиться дорого, ибо, пользуясь изоляцией России от Запада, Пекин

и Дели уже могли использовать свои позиции на переговорах и диктовать финансовые условия, и эта тенденция, вероятно, сохранится и в будущем. Предлагая обязывающие контракты, Китай и Индия могли бы использовать Россию в качестве испытательного полигона для продвижения своих собственных технологических разработок.

### **Список литературы**

1. Кузнецова В.В. Азиатский рынок облигаций в национальных валютах и Китай. Сравнительная политика. 2020г.
2. Астрашевская А.В., «Санкции США и ЕС сказываются на разведке нефти и газа в России», Financial Times. 11 03. 2019 г.
3. «Импортозамещение с самокоррекцией» [Электронный ресурс] Коммерсантъ (27 июня 2019 г.); <https://www.kommersant.ru/doc/4012894> (дата обращения 04.04.2022г.)

## **АНАЛИЗ КОНКУРЕНТНОСПОСОБНОСТИ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО МАРКЕТИНГА**

**С.А. Бурманов, А.Ю. Тютрина**  
Новосибирский государственный технический университет  
[burmanov99@bk.ru](mailto:burmanov99@bk.ru)

*Сферу образовательных услуг можно отнести к маркетинговой составляющей, так как в ней происходит создание спроса и привлечение клиента. Потребность в маркетинге своих услуг в российском секторе образования не ощущалась, так как образовательные учреждения сталкивались с большим спросом, чем они могли справиться. Однако пандемия усилила конкуренцию в этом секторе. Для специализированных областей, таких как менеджмент и компьютерное образование, где рыночный потенциал привел к созданию все большего числа образовательных платформ. В свою очередь данная тенденция увеличила конкуренцию на рынке образовательных услуг. Все это активизировало интерес к области образовательного маркетинга. В статье проводится анализ рынка образовательных услуг для высших учебных заведений.*

*Ключевые слова: изменения, образование, маркетинг, университет, рынок.*



Цифровые медиа можно определить как комбинацию виртуальных платформ, которые позволяют нам участвовать и создавать контент, профили, мнения, идеи, опыт и точки зрения с другими пользователями и общественностью. Это также облегчает общение и взаимодействие в Интернете между группами людей. Маркетинг образовательных услуг с помощью цифровых медиа стал недавней тенденцией на мировом рынке. Образовательные учреждения предлагают своим клиентам виртуальный портал, чтобы давать и получать прямую обратную связь, а также проектировать свои новые методы обучения и идеи. Эта стратегия включает в себя информирование целевой аудитории об образовательных услугах, а также удержание и развитие существующих клиентов для удовлетворения их потребностей и желаний [1].

В образовательном секторе образовательный маркетинг набирает силу, чтобы с минимальными затратами ориентироваться на большую аудиторию с помощью цифровых медиа. Точно так же организации также ориентируются на своих клиентов через социальные онлайн-платформы. Чтобы удовлетворить свои потребности, компании используют различные индикаторы, но они не уверены в их расчете, поэтому интеграция с системой является самой сложной частью любой стратегии онлайн-маркетинга. В последние годы, потребность в цифровом медиа-маркетинге превратила традиционный маркетинг в электронный маркетинг, и маркетологи сосредотачиваются на рентабельных способах продвижения своих продуктов или услуг, в то время как ответственность за прозрачность повысилась. При маркетинге образовательных услуг эффективность учреждений всегда трудно коммерциализировать, чтобы они могли помочь родителям сделать разумный выбор образования для своих детей.

Тем не менее, эмоциональный маркетинг через доминирующие образы и сенсационные истории облегчает продвижение образовательных услуг в конкурентной среде. Рекламные стратегии должны быть направлены на продвижение качественного образования для менее привилегированных учащихся с помощью стимулов и вознаграждений, а не на привлечение хороших учащихся [2].

Маркетизация образования основана на трех факторах: квалификации людей, возможностях всего процесса и дополнительных доказательствах организации. Люди имеют дело с отношением и производительностью заинтересованных сторон. Возможности всего процесса подчеркивают инфраструктуру, объекты и добавленную стоимость организации, тогда как косвенное свидетельство организации относится к признанию организации через ее миссию, видение, ценности, политику, учебную программу и торговую марку.

Следует также иметь в виду, что за последние два десятилетия в образовательном маркетинге во всех учебных заведениях произошли кардинальные изменения, которые необходимы для создания нового потенциала маркетинговых кадров в школах. Образовательный маркетинг всеми членами организации полезен для личного и профессионального роста, однако цифровые медиа предоставляют каждому возможность продвигать товары или услуги [3].

Выбирая доступные и подходящие средства массовой информации, руководители школ могут продвигать образовательные услуги и ежегодно призывать к приему. Их главная задача состоит в том, чтобы проектировать свои образовательные услуги с минимальным бюджетом. Традиционные основные средства массовой информации требуют, чтобы кто-то платил высокие налоги за предоставление каких-либо услуг, в то время как заинтересованные стороны обладают навыками для общения через цифровые платформы.

Руководители школ могут использовать экономически эффективную маркетинговую стратегию, создав свою страницу на Вконтакте.

Можно сделать вывод, что, хотя цифровые медиа в моде, предыдущее поколение не чувствует себя комфортно в их использовании. Несмотря на то, что цифровые медиа являются эффективным источником маркетинга, мы должны убедиться, что родители, которые несут ответственность за образование своих детей, используют его эффективно или нет. Люди быстро и легко остаются на связи через различные социальные сети, чтобы быть в курсе и информировать других. Если они не разбираются в цифровых устройствах, они могут привести к падению прогресса организации или неспособности достичь своих целей.

### **Список литературы:**

1. Бадю Н., Ньянгау Дж., 2020. Социальные сети и маркетинг высшего образования. Журнал Научно-исследовательского центра образовательных технологий, Том 8, № 1, с. 36.
2. Гиббс П., Мариндж Ф., 2008. Маркетинговое высшее образование: теория и практика. Издательство Открытого университета, с. 113.
3. Хемсли-Браун, Дж., 2008 г. Университеты на конкурентном глобальном рынке. Международный журнал управления государственным сектором, 19 (4), с. 316.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕЗДАТЧИКОВЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

А.И. Васильева

Научный руководитель – к.т.н Кучер Е.С.

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
Новосибирск, masterpiece.show@gmail.com

*На сегодняшний день асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором (АД КЗР) имеют широкое применение. Однако идентификация параметров данных машин довольно часто является затруднительной. Более того, включение в конструкцию различных датчиков может быть слишком трудоемко или нежелательно. При этом для реализации системы автоматического управления двигателем, необходима информация о состоянии скорости вращения ротора АД КЗР и электромагнитном моменте. В связи с этим появляется необходимость использовать специальные обобщительные алгоритмы и реализующие их устройства, имеющие обобщительное название «наблюдатели».*

*Ключевые слова: электропривод, наблюдатель, векторное управление, бездатчиковое управление, система подчиненного регулирования*

*Today, asynchronous electric motors with a short-circuited rotor (EM SCR) are widely used. However, the identification of the parameters of these machines is quite often difficult. Moreover, the inclusion of various sensors in the design may be too time consuming or undesirable. At the same time, for the implementation of automatic control of the system, information is required on the state of the rotor speed of the EM SCR rotor and the electromagnetic moment. In this regard, it becomes necessary to use special computational algorithms and devices that implement them, which have a generalized name "observers".*

*Keywords: electric drive, observer, vector control, sensorless control, slave control system.*

В целях повышения качества и точности регулирования АД, для его эффективного использования в технологическом процессе, была синтезирована многоконтурная система подчиненного регулирования (СПР).

Метод синтеза многоконтурных систем автоматического управления с подчиненным регулированием координат (СПР) имеет широкое применение по нескольким причинам [1]:

- возможность отдельного последовательного синтеза регуляторов взаимосвязанных контуров регулирования для объектов управления высокого порядка;
- применение стандартных ПИ-регуляторов;
- заранее известные показатели качества переходных процессов за счет применения стандартных настроек контуров регулирования.

Для исключения датчика скорости из структуры СПР АД КЗР, внимание было уделено синтезу алгоритмов MRAS-наблюдателя. Обобщенная структурная схема системы векторного автоматического управления асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, синтезированная по методу СПР, изображена на рисунке 1.

Чтобы реализовать бездатчиковую систему векторного управления АД, был синтезирован наблюдатель потокосцепления ротора и скорости вращения ротора асинхронного электропривода. Наиболее широко распространенным в практике наблюдателем является MRAS-наблюдатели (Motor Reference Adaptive System), или наблюдатели с эталонной моделью. Данные адаптивные наблюдатели основываются на математической модели двигателя. А именно, используются математические модели электромагнитных процессов в цепи статора (МЦС) и в цепи ротора (МЦР) в неподвижных осях ( $\alpha$ ,  $\beta$ ).

Для идентификатора, построенного на базе МЦС, входными величинами являются измеряемые переменные – ток и напряжение статора АД, а для идентификатора, построенного на базе МЦР – ток статора и скорость вращения ротора. Логично предположить, что в случае достоверного значения оценки скорости, оценки потокосцепления ротора, полученные двумя идентификаторами, будут одинаковы. На этой идее основан принцип построения адаптивного наблюдателя состояний, позволяющего получить как оценку потокосцепления ротора, так и оценку частоты его вращения ротора АД. Так как все входные величины в МЦС – измеряемые, она принимается за эталонную модель, а МЦР – за адаптируемую [2].

Чтобы стабилизировать модель цепи статора в данной работе был использован метод, описанным в источнике [3], по принципу которого необходимо охватить интегратор отрицательной обратной связи и введение в нее корректора нулей, структурно представляющий собой ПИ-регулятор. Этот способ обеспечит стабилизацию МЦС и ее нечувствительность к сигналам с датчиков тока и напряжения. Структурная схема замкнутого контура коррекции нулей по одному каналу изображена на рисунке 2.

По результатам проведенного цифрового моделирования модели СПР АД с контуром MRAS и без него, были сделаны следующие выводы:

1. В САУ АД, синтезированной методом СПР, при замыкании через MRAS-наблюдателя остаются прежними показатели качества регулирования скоростью и модулем потокосцепления ротора.

2. САУ АД, синтезированная методом СПР и замкнутая через MRAS-наблюдатель при отсутствии параметрических возмущений и при приложении к валу момента, близкого к критическому, имеет графики переходных процессов по скорости вращения ротора и по его потокосцеплению аналогичные с САУ АД без MRAS-наблюдателя. Из этого следует, что при отсутствии параметрических возмущений в САУ АД, MRAS-наблюдатель позволяет получить оценки по скорости вращения ротора и по потокосцеплению ротора с достаточно высокой точностью.

3. Было выявлено значительное ухудшение качества переходных процессов скорости вращения и потокосцепления ротора САУ АД при влиянии параметрических возмущений – температурного дрейфа активных сопротивлений обмоток статора и ротора двигателя. Данное ухудшение можно объяснить тем, что для построения идентификаторов по МЦС и МЦР использовались исходные значения активных сопротивлений обмотки ротора  $R_r = R_r^{75^\circ\text{C}}$ .

4. Для проведения дальнейшего исследования работы системы векторного управления, синтезированных методами СПР с бездатчиковым управлением, необходима компенсация влияния параметрических возмущений для корректной работы алгоритмов MRAS.

### **Список литературы**

1. Панкратов, В.В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока: учеб. пособие / В.В. Панкратов. — Новосибирск: НГТУ, 2013. — 215 с.
2. Калачев Ю. Н. Наблюдатели состояния в векторном электроприводе / Ю.Н. Калачев – Москва: 2015. – 80 с.
3. Панкратов В.В., Котин Д.А. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов: учеб. пособие / В.В. Панкратов, Д.А. Котин. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 143 с.

## АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Л.И. Жовтовский, магистр, lukazhovtovski@gmail.com  
Научный руководитель работы: Панкрац Ю.В., канд. техн. наук, e-mail: pankracz@corp.nstu.ru  
Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск. Россия.

*В настоящей работе анализируются различные настройки регулятора скорости беспилотного летательного аппарата (БПЛА). В автоматическом полете регулирование скорости БПЛА осуществляется бортовым компьютером – системой автоматического управления (САУ).*

*Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, анализ методов регулирования скорости, синтез регулятора скорости, метод больших коэффициентов.*

Беспилотные летательные аппараты берут на себя стратегическую роль в различных сферах нашей страны. Их внедрение обеспечивает решение и упрощение многих задач, где ранее работал только человек.

На сегодняшний день уже многое проработано в развитии беспилотных систем, однако существуют области, которые требуют глобальной проработки вопросов, в том числе и регулирование скорости перемещения. Для точного регулирования скорости беспилотного летательного аппарата существует целый ряд возмущающих воздействий. Безусловно, в плане представления определенных проработок в этих вопросах [1, 2] и алгоритмов управления регулирования скорости предложено большое множество.

Представим математическое описание объекта управления – беспилотный летательный аппарат типа «крыло», заданное структурной схемой, в векторно-матричной форме записи математического описания объекта управления:

$$\dot{X} = A \cdot X + B \cdot u + M \cdot f,$$

где  $X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$  – двумерный вектор координат состояния;  $u, f$  – скалярные управляющее и возмущающее воздействия соответственно;  $A$  – собственная матрица объекта управления,  $B$  – матрица управлений,  $M$  – матрица возмущений, характеризующая вхождение сигнального возмущающего воздействия  $f$  в структуру объекта управления:

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_{\text{KM}}} & -\frac{K_{\text{OC}}K_{\text{KM}}}{T_{\text{KM}}} \\ \frac{K_{\text{PP}}}{J} & 0 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} \frac{K_{\text{KM}}}{T_{\text{KM}}} \\ 0 \end{bmatrix}; M = \begin{bmatrix} 0 \\ -\frac{K_{\text{PP}}}{J} \end{bmatrix}$$

Рассчитаем установившиеся значения ОУ при подаче единичного управляющего воздействия:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_{1\text{уст}}^u \\ x_{2\text{уст}}^u \end{bmatrix} &= \lim_{p \rightarrow 0} \frac{(pE - A)^* \cdot B}{|pE - A|} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{K_{\text{OC}}K_{\text{KM}}}{T_{\text{KM}}} \\ \frac{K_{\text{PP}}}{J} & \frac{1}{T_{\text{KM}}} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \frac{K_{\text{KM}}}{T_{\text{KM}}} \\ 0 \end{bmatrix} \cdot \frac{T_{\text{KM}}J}{K_{\text{OC}}K_{\text{KM}}K_{\text{PP}}} = \\ &= \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{K_{\text{PP}}K_{\text{KM}}}{JT_{\text{KM}}} \end{bmatrix} \cdot \frac{T_{\text{KM}}J}{K_{\text{OC}}K_{\text{KM}}K_{\text{PP}}} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{K_{\text{OC}}} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Результирующую модель, синтезированную методом больших коэффициентов можно увидеть на рисунке 1

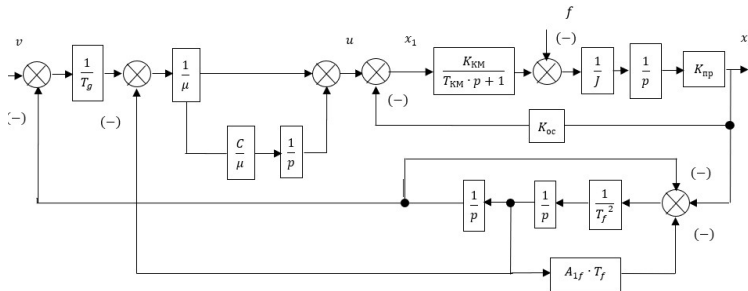


Рисунок 1 — Структурная схема системы с модифицированным модальным управлением и полными измерениями

С помощью метода больших коэффициентов и наличия глубоких обратных связей синтезированная система обеспечит отсутствие статической ошибки регулирования и наличие желаемых показателей качества. При приложении скачкообразного возмущающего воздействия на объект в системе наблюдается кратковременное динамическое отклонение выходной координаты  $x_2$  от заданного установившегося значения, но система быстро обрабатывает отклонение и по окончании некоторого промежутка времени, определяемого величиной среднегеометрического корня  $\Omega$ ,

астатическая САУ вернётся к исходному состоянию в соответствии с требованием [1]:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} x_2(t) = v.$$

Работоспособность данного алгоритма проверена моделированием. Графики переходных процессов представлены на рисунке 2.

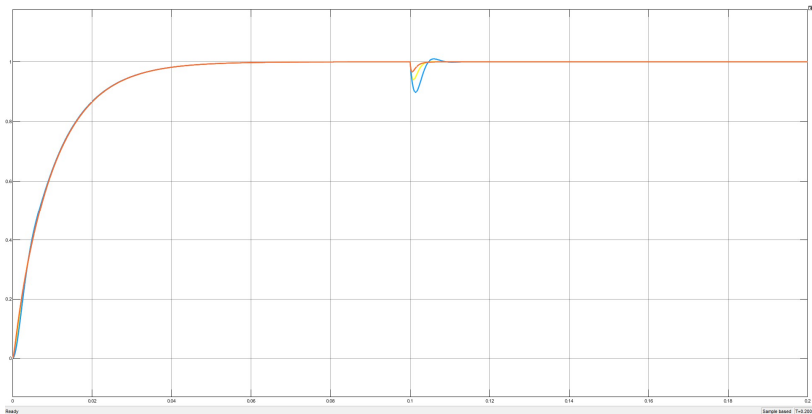


Рисунок 2 — Работа САУ, спроектированной по методу больших коэффициентов при сигнальном и параметрическом возмущении

Для большей наглядности на рисунке 3 представлен момент «отработки» системой сигнального возмущения в увеличенном масштабе.

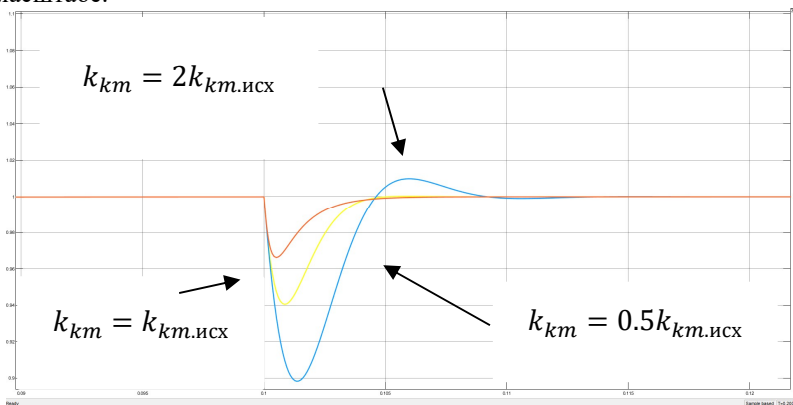


Рисунок 3 — Работа САУ, спроектированной по методу больших коэффициентов при сигнальном и параметрическом возмущении (увеличенный масштаб)



### **Список литературы**

1. Mohamed Elajrami, Zouaoui Satla, Kouider Bendine. Drone Control Using the coupling of the PID Controller And Genetic Algorithm. Electrical Engineering in Transpor. Laboratory of Mechanical Structures and Solids, University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes, Sidi Bel Abbes, Algeria.
2. Система контроля скорости беспилотного транспортного средства / Д.С. Мудрик, С.С. Осеков. УДК 62-527.7 Политехнический молодежный журнал. 2017 №2
3. Избранные разделы теории автоматического управления / В.В. Панкратов, Е.А. Зима, О.В.Нос. УДК 681.5.01(075.8) Учебное пособие. 2011

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИЕЙ**

**П.Н. Манякова,**

**Новосибирский государственный технический университет,  
г. Новосибирск, [koteulfud@gmail.com](mailto:koteulfud@gmail.com)**

**Научный руководитель: Кучер Е.С., к.т.н., доцент**

*В данной научной работе рассматривается вариант автоматизации одного из узла газокompрессорной станции – газоперекачивающего агрегата. Представлен принцип его работы, произведен расчет его привода – асинхронного двигателя. В качестве системы управления выбрана система векторного управления на базе подчиненного регулирования, составлено математическое описание двигателя и системы управления двигателем. Работоспособность системы подтверждена графиками переходных процессов по модулю потокосцепления ротора, току статора и скорости двигателя. Ключевые слова: автоматизация газокompрессорной станции, газоперекачивающий агрегат, векторное управления, асинхронный двигатель, система подчиненного регулирования.*

Газ, двигаясь по газопроводу, теряет давление, что приводит к уменьшению пропускной способности трубопровода и снижению температуры газа. Для повышения давления газа через одинаковые промежутки на трассе газопровода устанавливают компрессорные станции.

Сжатие газа для его последующей транспортировки по магистральному газопроводу происходит в газоперекачивающем агрегате (ГПА), который включает в себя центробежный компрессор и его привод. Также в состав ГПА входят системы контроля, управления, защиты, системы масло-связки, масло-уплотнителя; система электросилового питания [1].

Наиболее важным элементом компрессора является ротор, на валу которого установлены рабочие колеса с лопатками. При вращении ротора газ, находящийся между лопатками колеса, получает вращательное движение и смещается к периферийной зоне колеса, а затем попадает в диффузор. Скорость газа снижается, а давление увеличивается. Для большего сжатия газа используют несколько таких ступеней колесо-диффузор [2].

В качестве привода в ГПА выбран асинхронный двигатель (АД) обеспечивает высокую надежность, высокие энергетические и регулировочные характеристики, минимальные затраты на ремонт, экологическую чистоту, пожаровзрывобезопасность и простоту автоматизации управления ротором двигателя.

Для управления АД выбрана система векторного управления (СВУ) из-за достаточно высокой точности и скорости регулирования по сравнению со скалярным принципом управления.

Для составления математического описания системы управления был произведен расчет выбранного АД 4АН355М2У3 мощности 400 кВт по Т-образной схеме замещения [3]. Далее исходя из системы электрического равновесия обмоток АД было получено математическое описание АД в системе координат  $(\alpha, \beta)$  и составлена его структурная схема модели машины (рисунок 1) [4].

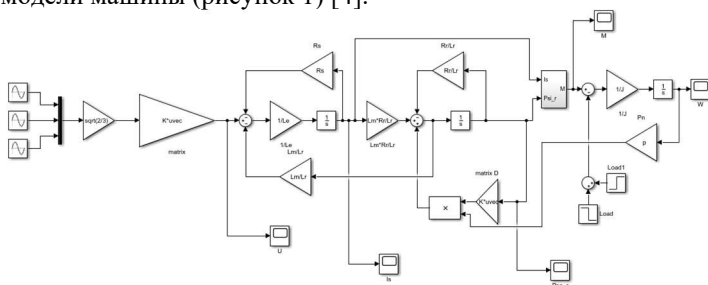


Рисунок 1 – Структурная схема АД

Питание АД от сети переменного тока осуществляется через автономный инвертор напряжения с широтно-импульсной модуляцией.

Система управления скоростью ЭП синтезируется на базе принципа подчиненного регулирования (СПР).

При синтезе СПР производится стандартная настройка регуляторов от внутреннего контура к внешнему. Также синтезируется СВУ АД: регуляторы тока (по продольной (d) и поперечной (q) осям), скорости и потокосцепления будут представлены в полеориентированной системе координат (d,q), потому что они синтезируются при условии постоянства питающего напряжения [5].

Сначала синтезируется контур регулирования токов АД, который настраивается на технический оптимум для получения ПИИ-регулятора. Следующим синтезируется контур регулирования потокосцеплением ротора АД, который с той же целью настраивается на технический оптимум. Последним синтезируется внешний контур регулирования скорости АД, его настройка производится на симметричный оптимум, чтобы обеспечивать астатизм контура по возмущению [6]. Отдельно синтезированные контура собираются в единую систему управления АД (рисунок 2), по графикам переходных процессов вектора тока статора (рисунок 3) и скорости АД (рисунок 4), можно сделать вывод, что система управления АД работает корректно.

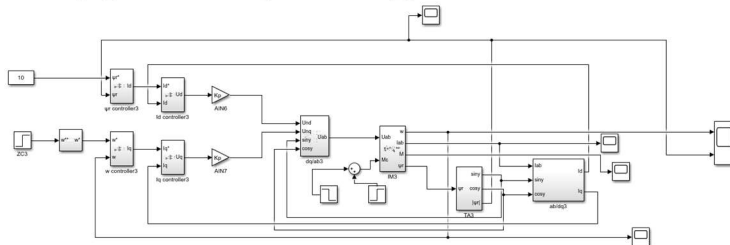


Рисунок 2 – Структурная схема СВУ АД

Далее в работе планируется уделить внимание синтезу наблюдателя вектора потокосцепления ротора, не зависящий от влияния изменений активного сопротивления ротора.

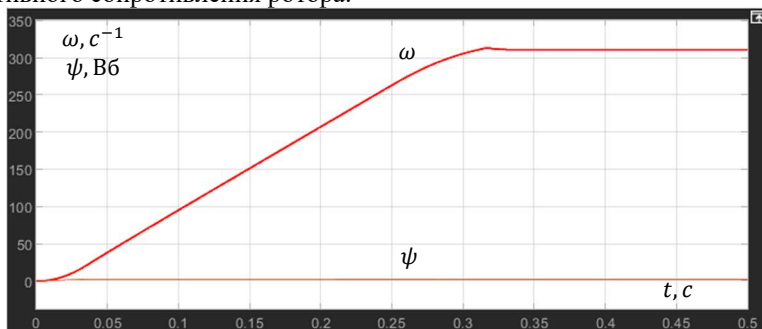


Рисунок3 – График переходного процесса по скорости и вектору потокосцепления ротора АД ( $\omega_{\text{ном}} = 311 \text{ c}^{-1}$ ,  $\psi = 1,93 \text{ Вб}$ )

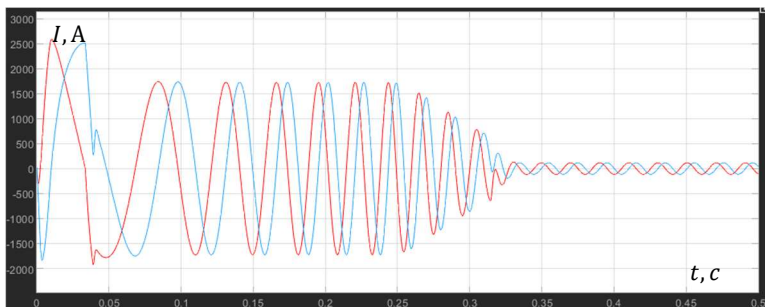


Рисунок 4 – График переходного процесса по току статора АД

### Список литературы

1. Проектирование и эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учебник для вузов / А.М. Шаммазов, В.Н. Александров, А.И. Гольянов [и др.] – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. – 404 с.
2. Газоперекачивающие агрегаты магистральных газопроводов: учебное пособие / М.Б.Хадиев. Казан. гос. технол. ун-т. Казань, 2004.– 318 с.
3. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/А90 А.Э. Кравичк, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская – М.: Энергоиздат., 1982. – 504 с.
4. Панкратов В.В. Векторное управление асинхронными электроприводами: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 66 с.
5. Теория электропривода: Учебник для вузов / Ключев В.И. - М: Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
6. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие/Е.С. Кучер; Д.А. Котин. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 152 с/

## СИНТЕЗ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Н.Э. Минигалиев, Ю.В. Панкрац Новосибирский государственный  
технический университет, minigaliev.nikolai@mail.ru

*В данной статье описывается синтез системы автоматического регулирования скорости полета беспилотного летательного аппарата (БПЛА) типа «летающее крыло» методом сигнално-адаптивной обратной модели (САОМ). Комплексные возмущающие воздействия являются проблемой для контроля БПЛА и данный метод позволяет системе управления адаптироваться к ним.*

*Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, регулирование скорости полета, синтез системы автоматического управления, метод сигнално-адаптивной обратной модели, моделирование.*

В наше время происходит активное развитие беспилотных летательных аппаратов. И это не удивительно, ведь они играют важную роль в народном хозяйстве, нефтегазовой промышленности, картографии, кинематографе и многих других отраслях. Некоторые из этих областей применения предъявляют высокие требования. К числу важнейших требований относятся точность управления и контроля БПЛА. Именно поэтому, управление и контроль БПЛА привлекает многих исследователей как в области аэрокосмической инженерии, так и в области теории автоматического управления. Определенные вопросы решались в [2, 3, 4], однако в этих работах упор делается на беспилотные летательные аппараты мультироторного типа, а не «летающее крыло» (Рисунок 1).

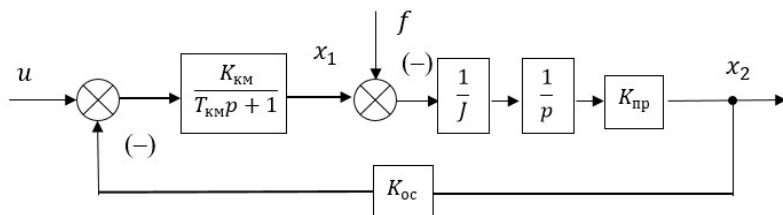


Рисунок 1 — Модель беспилотного летательного аппарата типа «летающее крыло».

На данном рисунке показаны следующие блоки: аperiodическое звено – контур момента, где  $K_{км}$  – коэффициент передачи контура момента,  $T_{км}$  – постоянная времени контура момента,  $J$  – суммарный приведенный момент инерции двигателя и БПЛА,  $k_{пр}$  – коэффициент

приведения к линейной скорости БПЛА,  $k_{oc}$  – коэффициент обратной связи по скорости,  $1/p$  – оператор Лапласа.

Представим математическое описание объекта управления, заданное структурной схемой, в виде операторных уравнений:

$$\begin{cases} x_1(p) = \frac{K_{км}}{T_{км}p + 1} (u(p) - K_{oc}x_2(p)) \\ x_2(p) = \frac{K_{пр}}{Jp} (x_1(p) - f(p)) \end{cases}$$

Рассмотрим укрупнённую структурную схему синтезированной системы управления (Рисунок 2). Задающее воздействие  $v$  обрабатывается законом управления (ЗУ) и формирует управляющее воздействие  $u$  на объект управления (ОУ) для получения необходимого значения выходной координаты состояния (в данном случае скорости)  $x$ .

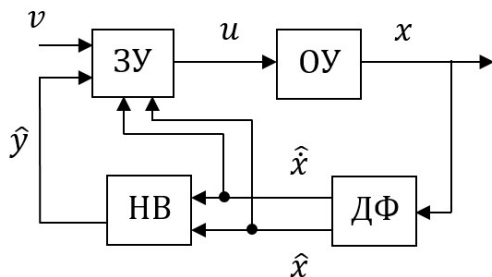


Рисунок 2 — Укрупнённая структурная схема системы автоматического управления

Дифференциальный фильтр (ДФ) необходим для вычисления оценки координаты состояния  $\hat{x}$  и её производной  $\dot{\hat{x}}$ . Кроме того, он является фильтром низких частот, т.е. не пропускает высокочастотные помехи. Наблюдатель возмущений (НВ) необходим, для вычисления оценки сигналов приведённых «возмущений»  $\hat{y}$ .

Используя общеизвестное математическое описание такая система была синтезирована для БПЛА и смоделирована (Рисунок 3) с помощью пакета прикладных программ MATLAB.

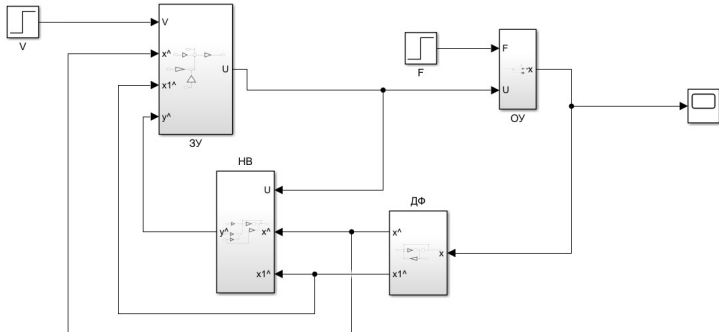


Рисунок 3 — Модель синтезированной САУ в MATLAB

По переходной характеристике (Рисунок 4) видно, что в результате получен устойчивый апериодический процесс регулирования скорости с относительно высоким быстродействием. Система корректно обрабатывает возмущение различной величины. Также отсутствует статическая ошибка регулирования, благодаря сигнальной адаптации в законе управления.

$x(t)$

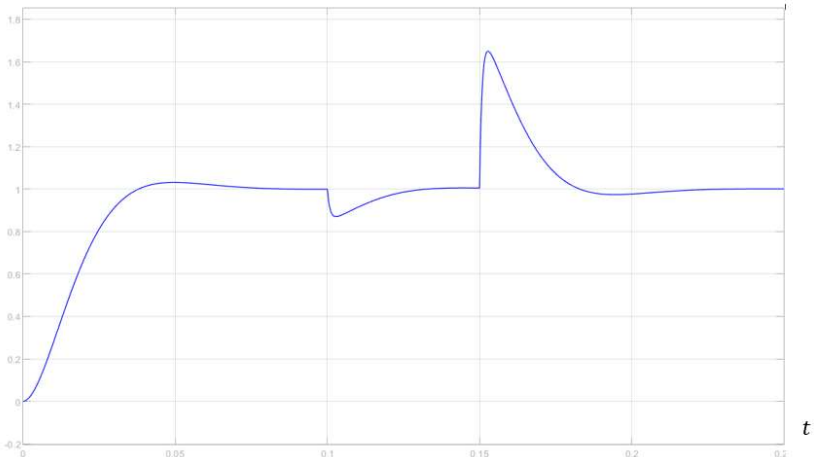


Рисунок 4 — Переходная характеристика для выходной переменной  $x(t)$  с возмущающими воздействиями различной величины

### Список литературы

1. В.В. Панкратов. Избранные разделы теории автоматического управления: учеб. пособие / В.В. Панкратов, О.В. Нос, Е.А. Зима [Текст]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2011. – 223 с.

2. Система контроля скорости беспилотного транспортного средства / Д.С. Мудрик, С.С. Осеков. УДК 62-527.7 Политехнический молодежный журнал. 2017 №2
3. Mohamed Elajrami, Zouaoui Satla, Kouider Bendine. Drone Control Using the coupling of the PID Controller And Genetic Algorithm. Electrical Engineering in Transpor. Laboratory of Mechanical Structures and Solids, University Djillali Liabes of Sidi Bel Abbes, Sidi Bel Abbes, Algeria.
4. SZABOLCSI, R. Optimal PID controller-based autopilot design and system modelling for small unmanned aerial vehicle. Review of the Air Force Academy [online]. 2018, 3(38), p. 43-58. ISSN 1842-9238.

## ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

В.И. Аниброев, К.А. Павлов, А.Г. Сваровский  
Новосибирский государственный технический университет,  
k.pavlov.an@yandex.ru

*В связи с необходимостью модернизации технологического оборудования, а также средств управления и контроля технологическими процессами для увеличения мощности выработки конечных продуктов появляется потребность во внедрении современных систем управления промышленными установками и технологическими комплексами. Внедрение современных комплексов и систем позволит увеличить такие показатели как: срок службы оборудования, энергоэффективность и уровень автоматизации. В работе представлены обзор литературы по тематике исследования и структурная схема электротехнического комплекса с погружным электроприводом.*

*Ключевые слова: электротехнический комплекс, погружной электропривод, погружной насос, станция управления, кабель, трансформатор.*

*Due to the need to modernize technological equipment, as well as control and control of technological processes to increase the output capacity of final products, there is a need to introduce modern control systems for industrial installations and technological complexes. The introduction of modern complexes and systems will increase such indicators as: the service life of*



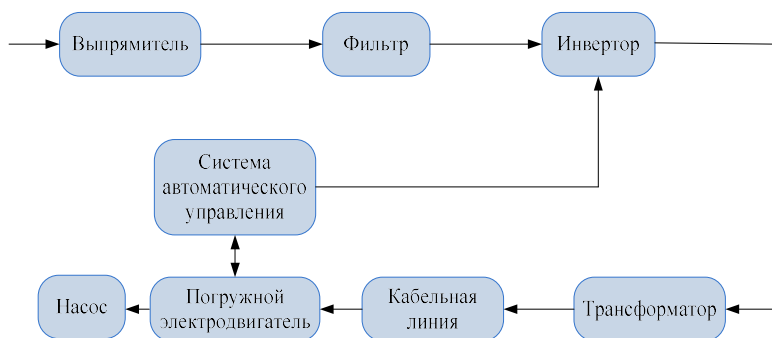
*equipment, energy efficiency and the level of automation. The paper presents a review of the literature on the subject of research and a block diagram of an electrical complex with a submersible electric drive.*

*Keywords: electrotechnical complex, submersible electric drive, submersible pump, control station, cable, transformer.*

Система электропривода погружного насоса обязательно включает в себя электрический двигатель, блок управления, трансформатор и длинный кабель, использование которого обусловлено условиями эксплуатации. Правильный выбор оборудования является важной задачей, решение которой обеспечит правильную работу всей системы. Ряд авторов в своих научных работах приводят обоснование выбора того или иного оборудования для электропривода погружного насоса. Так, в статье [1] М. Н. В. Vafghi и А. Vahedi представили критерии, предъявляемые к электрическому двигателю системы электроприводы погружного насоса, и произвели сравнение различных типов электрических машин для рассматриваемой системы. Сравнение проводилось между асинхронным электрическим двигателем и синхронным электрическим двигателем с постоянными магнитами. По результатам исследований было установлено, что синхронный гистерезисный электродвигатель обеспечивает наилучшие характеристики для использования в системе электропривода погружного насоса. В статье [2] В.Н. Воеков и В.Н. Мещеряков исследуют вентильный электродвигатель в системе электропривода погружного насоса. В статье разработан вентильный электропривод на базе преобразователя частоты с совместной системой векторного управления релейными регуляторами токов автономного инвертора напряжения, а также импульсным повышающим преобразователем напряжения в звене постоянного тока. Также, проведено исследование разработанной системы под нагрузкой и установлено, что при работе импульсного преобразователя напряжения в соответствии с алгоритмом поддержания баланса мощности на его входе и выходе он является источником напряжения, что определяет рациональность его применения в случае питания от протяженных кабельных линий. В статье [3] И.В. Милюша и А.Д. Коротаев рассмотрели вопрос разработки преобразователя частоты каскадного типа для двигателя погружного насоса. Представленный в статье преобразователь частоты состоит из трехфазного многообмоточного трансформатора и силовых инверторов на IGBT-транзисторах. На основе гармонического анализа тока сделан вывод о целесообразности использования каскадного преобразователя частоты для электродвигателей погружных насосов. В

статье [4] J.T. Zhang и J.T. Wan представили технологию электроснабжения скважинных установок. Технология заключается в использовании кабельных колтюбинговых труб для повышения долговечности системы добычи нефти на месторождении. Система электроснабжения включает в себя кабельную жилу, встроенную в спиральную трубу, в качестве линии питания для погружного двигателя и несущей линии электропередачи для передачи скважинных данных на поверхность в режиме реального времени, обеспечивая одновременное питание скважины и мониторинг состояния системы без необходимости в дополнительных кабелях. Применение спиральной трубы в качестве линии питания и канала связи, в сравнении с традиционной системой питания погружного электрического насоса, приводит к экономии пространства в скважине, что позволяет установить более мощный погружной электрический насос, что позволит увеличить производительность системы.

Под электротехническим комплексом с погружным электроприводом, который представлен на рисунке 1, в настоящей работе будем понимать совокупность всех электротехнических устройств, а именно: трансформатора, кабельной линии, погружного электродвигателя и насоса.



*Рисунок 1 – Структурная схема электротехнического комплекса с погружным электроприводом*

В зависимости от того, какой насос применяется в системе, выделяют следующие основные электротехнические комплексы:

- установка электроприводного центробежного насоса (УЭЦН);
- установка штангового глубинного насоса (УШГН);

– установка электрического плунжерного насоса (УЭПН).

На смену традиционным технологиям УЭЦН и УШГН приходят инновационные решения, которые работают более эффективно за счёт максимального углубления в скважину и постоянных циклов.

Плунжерный насос, представленный на рисунке 2, – это насос объемного действия. То есть давление жидкости создается за счет изменения объема камеры. Принцип действия оборудования основан на возвратно-поступательном движении плунжера внутри корпуса рабочей камеры. В результате в ней создаются попеременно стадии разрежения и нагнетания.

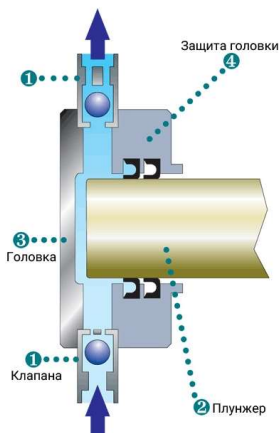


Рисунок 2 – Устройство плунжерного насоса

УЭПН имеет ряд преимуществ, позволяющих повысить эффективность добычи продукта:

- 1) работа на глубинах, превышающих возможности УЭЦН и УШГН;
- 2) возможность функционировать в наклонных и искривленных скважинах с углом отклонения от вертикали до  $40^\circ$  без ухудшения эксплуатационных характеристик;
- 3) работа в скважинах с температурой до  $150^\circ\text{C}$ ;
- 4) увеличенный не менее чем в 1.2 раза КПД в сравнении с УЭЦН и УШГН;

5) сокращение материалоемкости при изготовлении установки;

Таким образом, в работе проведен обзор литературы по концепции электротехнического комплекса с погружным электроприводом, приведена структурная схема комплекса, рассмотрены основные электротехнические комплексы в зависимости от применяемого насоса

в системе. В дальнейшем планируется выявить влияние плунжерного насоса на режимы работы электропривода, синтезировать контура регулирования с учетом трансформатора, кабельной линии на выходе автономного инвертора напряжения.

### **Список литературы**

1. M. B. Bafghi, A. Vahedi. A Comparison of Electric Motors for Electrical Submersible Pumps Used in the Oil and Gas Industry. 2nd International Conference on Engineering Sciences, 2018, p. 12.
2. В.Н. Воеков, В.Н. Мещеряков, О.В. Крюков. Вентильный электропривод для погружных нефтяных насосов с импульсным повышающим преобразователем напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты и релейным управлением инвертором напряжения. Энергия, 2020, с. 110-119.
3. И.В. Милуша, А.Д. Коротаев. Разработка преобразователя частоты каскадного типа для двигателей погружного насоса. Вестник ПНИПУ, 2013, с. 105-114.
4. J.T. Zhang, J.T. Wan. Application of the cable laying coiled tubing in electric submersible pump. 3rd International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing and Intelligent Oil Field, 2021, pp. 293-296.

## **ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА С ПОГРУЖНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

**В.И. Аниброев, К.А. Павлов, А.Г. Сваровский**  
Новосибирский государственный технический университет,  
k.pavlov.an@yandex.ru

*В связи с необходимостью модернизации технологического оборудования, а также средств управления и контроля технологическими процессами для увеличения мощности выработки конечных продуктов появляется потребность во внедрении современных систем управления промышленными установками и технологическими комплексами. Внедрение современных комплексов и систем позволит увеличить такие показатели как: срок службы оборудования, энергоэффективность и уровень автоматизации. В работе представлены обзор литературы по тематике исследования и*

*структурная схема электротехнического комплекса с погружным электроприводом.*

*Ключевые слова: электротехнический комплекс, погружной электропривод, погружной насос, станция управления, кабель, трансформатор.*

*Due to the need to modernize technological equipment, as well as control and control of technological processes to increase the output capacity of final products, there is a need to introduce modern control systems for industrial installations and technological complexes. The introduction of modern complexes and systems will increase such indicators as: the service life of equipment, energy efficiency and the level of automation. The paper presents a review of the literature on the subject of research and a block diagram of an electrical complex with a submersible electric drive.*

*Keywords: electrotechnical complex, submersible electric drive, submersible pump, control station, cable, transformer.*

Система электропривода погружного насоса обязательно включает в себя электрический двигатель, блок управления, трансформатор и длинный кабель, использование которого обусловлено условиями эксплуатации. Правильный выбор оборудования является важной задачей, решение которой обеспечит правильную работу всей системы. Ряд авторов в своих научных работах приводят обоснование выбора того или иного оборудования для электропривода погружного насоса. Так, в статье [1] М. Н. В. Bafghi и А. Vahedi представили критерии, предъявляемые к электрическому двигателю системы электропривода погружного насоса, и произвели сравнение различных типов электрических машин для рассматриваемой системы. Сравнение проводилось между асинхронным электрическим двигателем и синхронным эклектическим двигателем с постоянными магнитами. По результатам исследований было установлено, что синхронный гистерезисный электродвигатель обеспечивает наилучшие характеристики для использования в системе электропривода погружного насоса. В статье [2] В.Н. Воеков и В.Н. Мещеряков исследуют вентильный электродвигатель в системе электропривода погружного насоса. В статье разработан вентильный электропривод на базе преобразователя частоты с совместной системой векторного управления релейными регуляторами токов автономного инвертора напряжения, а также импульсным повышающим преобразователем напряжения в звене постоянного тока. Также, проведено исследование разработанной системы под нагрузкой и установлено, что при работе импульсного преобразователя напряжения в соответствии с алгоритмом поддержания баланса мощности на его входе и выходе он является

источником напряжения, что определяет рациональность его применения в случае питания от протяженных кабельных линий. В статье [3] И.В. Милюша и А.Д. Коротаев рассмотрели вопрос разработки преобразователя частоты каскадного типа для двигателя погружного насоса. Представленный в статье преобразователь частоты состоит из трехфазного многообмоточного трансформатора и силовых инверторов на IGBT-транзисторах. На основе гармонического анализа тока сделан вывод о целесообразности использования каскадного преобразователя частоты для электродвигателей погружных насосов. В статье [4] J.T. Zhang и J.T. Wan представили технологию электроснабжения скважинных установок. Технология заключается в использовании кабельных колтюбинговых труб для повышения долговечности системы добычи нефти на месторождении. Система электроснабжения включает в себя кабельную жилу, встроенную в спиральную трубу, в качестве линии питания для погружного двигателя и несущей линии электропередачи для передачи скважинных данных на поверхность в режиме реального времени, обеспечивая одновременное питание скважины и мониторинг состояния системы без необходимости в дополнительных кабелях. Применение спиральной трубы в качестве линии питания и канала связи, в сравнении с традиционной системой питания погружного электрического насоса, приводит к экономии пространства в скважине, что позволяет установить более мощный погружной электрический насос, что позволит увеличить производительность системы.

Под электротехническим комплексом с погружным электроприводом, который представлен на рисунке 1, в настоящей работе будем понимать совокупность всех электротехнических устройств, а именно: трансформатора, кабельной линии, погружного электродвигателя и насоса.

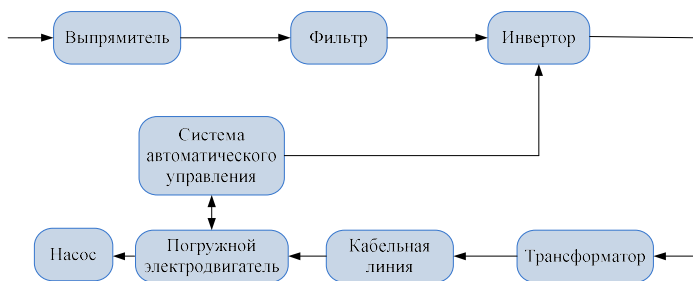


Рисунок 1 – Структурная схема электротехнического комплекса с погружным электроприводом

В зависимости от того, какой насос применяется в системе, выделяют следующие основные электротехнические комплексы:

- установка электроприводного центробежного насоса (УЭЦН);
- установка штангового глубинного насоса (УШГН);
- установка электрического плунжерного насоса (УЭПН).

На смену традиционным технологиям УЭЦН и УШГН приходят инновационные решения, которые работают более эффективно за счёт максимального углубления в скважину и постоянных циклов.

Плунжерный насос, представленный на рисунке 2, – это насос объёмного действия. То есть давление жидкости создается за счёт изменения объёма камеры. Принцип действия оборудования основан на возвратно-поступательном движении плунжера внутри корпуса рабочей камеры. В результате в ней создаются попеременно стадии разрежения и нагнетания.

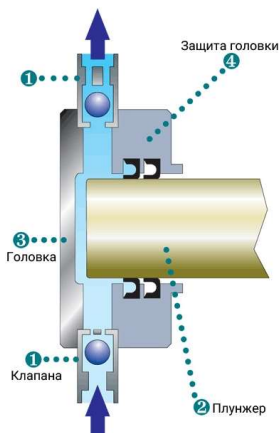


Рисунок 2 – Устройство плунжерного насоса

УЭПН имеет ряд преимуществ, позволяющих повысить эффективность добычи продукта:

- 1) работа на глубинах, превышающих возможности УЭЦН и УШГН;
- 2) возможность функционировать в наклонных и искривленных скважинах с углом отклонения от вертикали до  $40^\circ$  без ухудшения эксплуатационных характеристик;
- 3) работа в скважинах с температурой до  $150^\circ\text{C}$ ;
- 4) увеличенный не менее чем в 1.2 раза КПД в сравнении с УЭЦН и УШГН;
- 5) сокращение материалоемкости при изготовлении установки;

Таким образом, в работе проведен обзор литературы по концепции электротехнического комплекса с погружным электроприводом, приведена структурная схема комплекса, рассмотрены основные электротехнические комплексы в зависимости от применяемого насоса в системе. В дальнейшем планируется выявить влияние плунжерного насоса на режимы работы электропривода, синтезировать контура регулирования с учетом трансформатора, кабельной линии на выходе автономного инвертора напряжения.

### **Список литературы**

1. M. B. Bafghi, A. Vahedi. A Comparison of Electric Motors for Electrical Submersible Pumps Used in the Oil and Gas Industry. 2nd International Conference on Engineering Sciences, 2018, p. 12.
2. В.Н. Воеков, В.Н. Мещеряков, О.В. Крюков. Вентильный электропривод для погружных нефтяных насосов с импульсным повышающим преобразователем напряжения в звене постоянного тока преобразователя частоты и релейным управлением инвертором напряжения. Энергия, 2020, с. 110-119.
3. И.В. Милуша, А.Д. Коротаев. Разработка преобразователя частоты каскадного типа для двигателей погружного насоса. Вестник ПНИПУ, 2013, с. 105-114.
4. J.T. Zhang, J.T. Wan. Application of the cable laying coiled tubing in electric submersible pump. 3rd International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing and Intelligent Oil Field, 2021, pp. 293-296.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ НЕФТИ В РЕЗЕРВУАРЕ**

**Я.Б. Параско, В.М. Кавешников**  
Новосибирский Государственный Технический Университет,  
г. Новосибирск

*В данной работе представлено исследование системы автоматического регулирования уровня нефти в резервуаре. Разработана модель в среде имитационного моделирования MatLabSimulink с учетом заданных технических параметров. Далее построены переходные процессы по скорости вращения двигателя и*



*уровню нефти в резервуаре и сделаны выводы о работоспособности системы.*

*Ключевые слова: Резервуар, уровень нефти, автоматизированная система управления, насос, асинхронный двигатель*

Под автоматизацией производственных процессов нефтяных и газовых промыслов следует понимать применение приборов, приспособлений и машин, обеспечивающих бурение, добычу, хранение и т.д. без непосредственного участия человека, лишь под его контролем. Автоматизация производственных процессов является высшей формой развития техники добычи и хранения нефти и газа, предусматривающая применение передовой технологии. [1].

Целью данной работы является разработка системы автоматического регулирования для обнаружения отклонения регулируемой величины, характеризующей работу объекта и воздействия на объект для устранения этих отклонений.

На первом этапе был проведен выбор основного оборудования для исследования системы:

1. Резервуар для хранения нефти (РВС-1000) - состоит из цилиндрической металлической стенки, плоского днища и самонесущей конической крыши. Несущая способность крыши обеспечивается из элементов каркаса из гнутого швеллера и конической оболочки стального настила [2];

2. Насос ЦНСн – центробежный насос для перекачивания обводненной (до 90%) газонасыщенной и товарной нефти с температурой от 0 до +45°C [3];

3. Асинхронный двигатель (АИР280S4).

Далее были настроены параметры моделирования:

1. Настройка ПИД-регулятора (коэффициенты  $K_p, K_i, K_d$ );

2. Для корректной работы блока АС4 (блок, который включает в себя преобразователь частоты и асинхронный двигатель) были заданы параметры сети и параметры самого двигателя с учетом характеристик выбранного двигателя;

3. Для работоспособности системы были рассчитаны коэффициенты усиления с учетом характеристик выбранных двигателя и насоса.

Рассчитанные коэффициенты и параметры сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры системы

Коэффициенты усиления системы			Коэффициенты ПИД-регулятора			Параметры сети		Параметры блока АС4	
$K_{H1}$	$K_{H2}$	$K_{ДУ}$	$K_P$	$K_I$	$K_D$	U, В	f, Гц	$P_{НОМ}$ , кВт	f, Гц
$92 \cdot 10^{-6}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	1	0,018	0,0008	0,001	380	50	110	50

Моделирование проводилось в программном пакете MatLabSimulink, реализация модели представлена на рисунке 1.

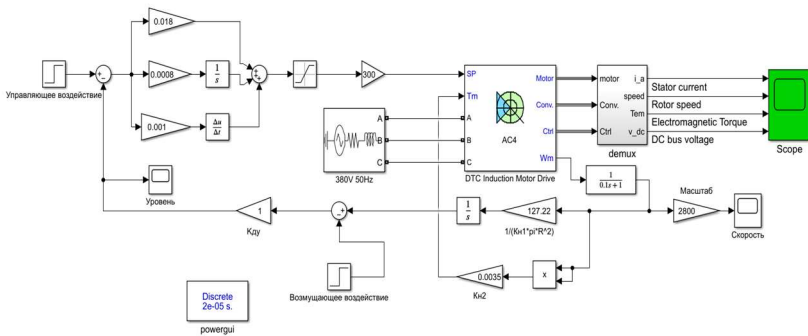


Рисунок 1 – Математическая модель системы автоматического регулирования уровня нефти в резервуаре

Результаты моделирования работы системы при заданном уровне 10 метров и возмущающем воздействии, являющемся понижением уровня нефти в резервуаре на 2 метра представлены в виде переходных процессов на рисунках 2 и 3.

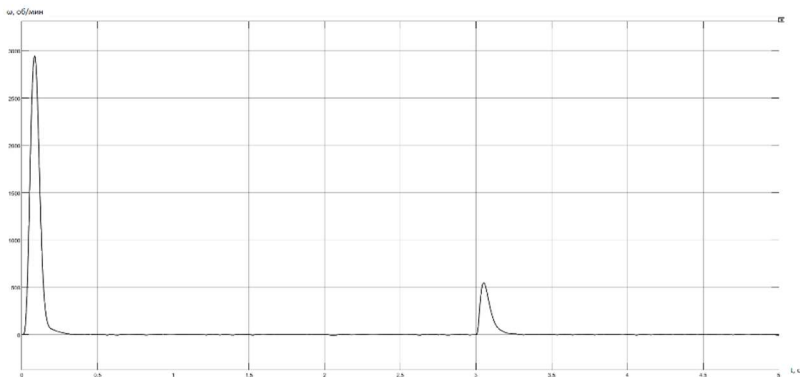


Рисунок 2 – Переходный процесс скорости  $\omega(t)$

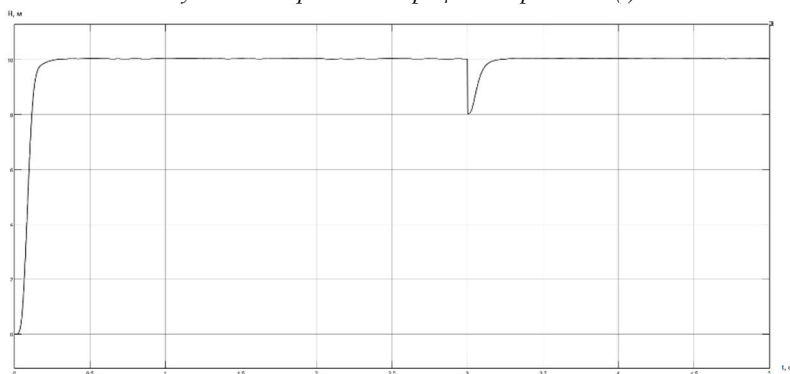


Рисунок 3 – Переходный процесс уровня  $H(t)$

В исходном состоянии уровень нефти в резервуаре равен 10 метрам. На начальном этапе отсутствует возмущающее воздействие, после появления возмущающего воздействия (при  $t = 3$  с), соответствующего откачке нефти из резервуара, уровень нефти резко падает на величину возмущения и затем начинает подниматься за счет автоматизированной системы запуска двигателя. Частота вращения двигателя повышается до значения, необходимого для компенсации возмущающего воздействия.

Результаты моделирования показывают, что спроектированная система работоспособна и подобранные параметры удовлетворяют заявленным требованиям к системе.

## Список литературы

1. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bkpt.osu.ru/ckeditor\\_assets/attachments/3209/lekci.pdf](http://bkpt.osu.ru/ckeditor_assets/attachments/3209/lekci.pdf)
2. Резервуар вертикальный стальной 1000 м<sup>3</sup> (РВС 1000 м<sup>3</sup>) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://mashteh.ru/tehpage\\_249.html](https://mashteh.ru/tehpage_249.html)
3. Насосы ЦНС, ЦНСг, ЦНСм, ЦНСн, ЦНСп [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.esbk.ru/pdf/nasos/205\\_nasos\\_goriz\\_ms\\_CNS.pdf](http://www.esbk.ru/pdf/nasos/205_nasos_goriz_ms_CNS.pdf)

## МОДЕЛЬ БЕЗРЕДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ЛИФТОВОЙ ЛЕБЕДКИ НА ОСНОВЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

И.И. Ратников

Научный руководитель – к.т.н Кучер Е.С.

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
Новосибирск, [skripach\\_98@mail.ru](mailto:skripach_98@mail.ru)

*В настоящее время, вследствие развития микропроцессорной техники и совершенствованием алгоритмов управления наметилась устойчивая тенденция в применении частотно-регулируемого электропривода в механизмах лифтов. В представленной научной работе рассматривается модель безредукторного электропривода лифта на основе тихоходного асинхронного двигателя совместно с лифтовой лебедкой, представленной в виде одномассовой механической системы. Ключевые слова: безредукторный электропривод, тихоходный асинхронный двигатель, лифтовая лебедка, одномассовая механическая система.*

Использование тихоходного асинхронного двигателя (ТАД) является наиболее перспективным направлением развития безредукторных электроприводов лифтовых лебедок. Одними из основных показателей тихоходного асинхронного двигателя являются низкая номинальная скорость вращения вала (50 -30 об/мин), высокий момент на валу, низкая частота напряжения статора, уменьшение кратности пусковых токов в 2-3 раза. Работу ТАД целесообразно рассмотреть в осях  $\alpha$  и  $\beta$ , т.к математическое описание (1) в таких осях

наиболее приближено к реальной машине и отражает более верно процессы в электродвигателе [1].

$$\begin{cases} L_{\sigma e}^s I_s = -R_s I_s - k_r \dot{\psi}_r + U_s \\ \dot{\psi}_r = \frac{L_m R_r}{L_r} I_s + \omega_e D \psi_r - \frac{R_r}{L_r} \psi_r \\ M_e = c k_r I_s^T D \psi_r \\ J \dot{\omega} = M_e - M_c \end{cases} \quad (1)$$

где  $L_{\sigma e}^s$  – эквивалентная индуктивность рассеяния машины, приведенная к цепи статора;  $R_s$  – сопротивление статора;  $k_r = \frac{L_r}{R_r}$  – постоянная времени роторной цепи;  $\psi_r$  – вектор потокосцепления ротора;  $D = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$  – матрица, обеспечивающая поворот вектора в положительном направлении на угол  $\frac{\pi}{2}$ ,  $J$  – суммарный момент инерции ротора и жестко связанных с ним маховых масс;  $M_e$  – электромагнитный момент двигателя;  $M_c$  – приведенный к валу двигателя момент сопротивления.

Структурная схема модели ТАД представлена на рисунке 1.

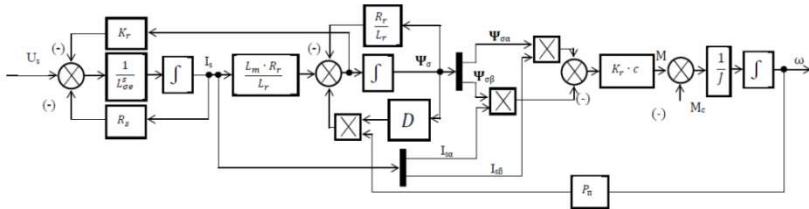


Рисунок 1 – Структурная схема АД

По своему описанию, математическая модель ТАД не отличается от аналогичного описания асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Для исследования режимов работы электропривода (ЭП) лифта и моделирования различных режимов работы двигателя, можно использовать одномассовую модель механической части лебедки с возможностью изменения приведенного момента сопротивления – изменение массы пассажиров в кабине лифта и соответственно изменения в функции массы модели, моменты инерции всего ЭП лифта. Система уравнений (2), описывающая лебедку имеет вид [2,3]:

$$\begin{cases} J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = M_e - \rho_r g (m_{\text{каб}} + m_{\text{пасс}} - m_{\text{против}}), \\ J_{\Sigma} = \rho_r^2 (m_{\text{каб}} + m_{\text{пасс}} + m_{\text{против}}) + J_{\text{доп}} \end{cases} \quad (2)$$

где  $J_{\Sigma}$  – суммарный момент инерции электропривода лифта;  $m_{\text{каб}}$ ,  $m_{\text{пасс}}$ ,  $m_{\text{против}}$  – массы кабины, пассажиров и противовеса соответственно;  $\rho_r$  – радиус приведения;  $J_{\text{доп}}$  – дополнительно действующие моменты инерции.

Структурная схема одномассовой механической части лебедки лифта изображена на рисунке 2.

Рассмотрим работу всей системы ЭП лифта при полной загрузке кабины в режиме ее подъема, графики переходных процессов по угловой скорости вращения канатоведущего шкива АД и электромагнитного момента АД представлена на рисунке 3.

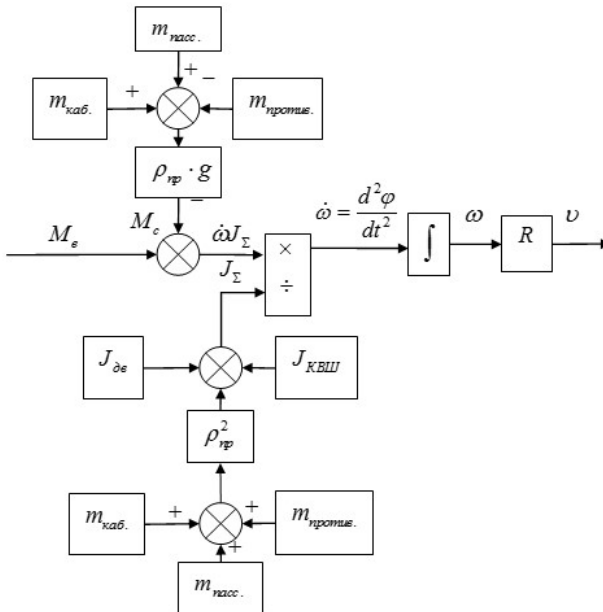
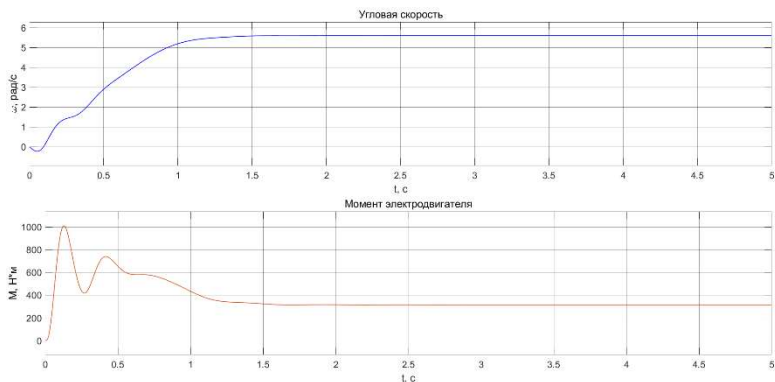


Рисунок 2 – Структурная схема одномассовой механической части лебедки



*Рисунок 3 – Переходные процессы координат лифта при подъеме кабины с номинальный грузом*

Исходя из полученных переходных характеристик координат ЭП можно сделать вывод о том, что модель лебедки собрана корректно. В начальный момент времени из-за недостаточного электромагнитного момента АД, ротор двигателя под действием внешнего момента со стороны противовеса начинает вращаться в противоположную сторону, но по мере увеличения электромагнитного момента, движение происходит в желаемом направлении, следовательно такую особенность механизма лифта необходимо учитывать при дальнейшем синтезе системы управления скоростью подъема и опускания кабины лифта.

### **Список литературы**

1. Панкратов В.В., Зима Е.А. Энергооптимальное векторное управление асинхронными электроприводами: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 93 с.
2. Ключев В.И. Теория электропривода. –М.: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с.
3. Тарг С.М., Краткий курс теоретической механики. –М.: «Высшая школа», 1986. – 416с.

## ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СКРЫТОГО МОСТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ПЛАТ

П.Д. Репенко<sup>1</sup>, Е.В. Шестериков<sup>1,2</sup>, Д.С. Рогожников<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники, г. Томск, Россия,

<sup>2</sup>Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, г. Томск, Россия  
email: repenkopavel18@gmail.com

*В настоящее время для формирования проводниковых перемычек на микрополосковых платах для гибридных интегральных схем (ГИС) используется в основном технология микроразварки золотой проволокой, в связи с чем возникают дополнительные трудозатраты при монтаже и снижается надежность изделия по причине возможного замыкания или отслоения перемычки при внешних ударных воздействиях [1]. Существует также вариант формирования перемычки поверх диэлектрического слоя, в основном полиимида, защищающего от замыкания, существенным недостатком способа является необходимость формирования большой толщины диэлектрического слоя вследствие чего из-за разницы в температурном коэффициенте линейного расширения материалов диэлектрика и проводников происходит отслоение диэлектрического слоя [2]. В данной работе приведено одно из возможных технологических решений обозначенной выше проблемы создания перемычек в микрополосковых платах на этапе ее изготовления методом скрытого мостового соединения.*

*Ключевые слова: микрополосковая плата; гибридная интегральная схема, перемычка, микроразварка, скрытое мостовое соединение; магнетронное напыление; гальваническое осаждение; фотолитография.*

На рисунке 1 представлены 5 основных технологических этапов изготовления изготовления микрополосковой платы для ГИС со скрытым мостовым соединением:

На первом этапе на предварительно обработанную подложку ( $Al_2O_3$ ,  $AlN$ , ситалл и др.) методом магнетронного напыления наносится слой алюминия, толщиной 0,3 мкм и формируется топология перемычки методом контактной фотолитографии.

На втором этапе формируется фоторезистивная маска на основе позитивного фоторезиста ФП 25ЭЖО, производителя ФРАСТ М.



На третьем этапе методом магнетронного распыления кремниевой мишени в атмосфере смеси газов  $70\%Ar+30\%O_2$  при рабочем давлении  $0,4 \text{ Па}$  и удельной мощности магнетрона  $7,11 \text{ Вт/см}^2$  наносится диэлектрический слой  $SiO_2$ , толщиной  $0,25 \text{ мкм}$ . После напыления производится снятие фоторезистивной маски методом «взрыва» в подогретом до  $80$  градусов диметилформамиде. В результате формируются окна к Al перемычкам.

На четвертом этапе методом магнетронного напыления  $Cr(0,1 \text{ мкм})$  и  $Cu(1 \text{ мкм})$  с последующей фотолитографией формируется топология проводников, в том числе, имеющих контакт к скрытому мостовому соединению (Al перемычке).

На пятом этапе методом гальванического осаждения по подслою Cr на проводниках формируется функциональный слой  $Ni(1 \text{ мкм})$  и  $Au(1 \text{ мкм})$ . Поле чего стравливается подслоя Cr.

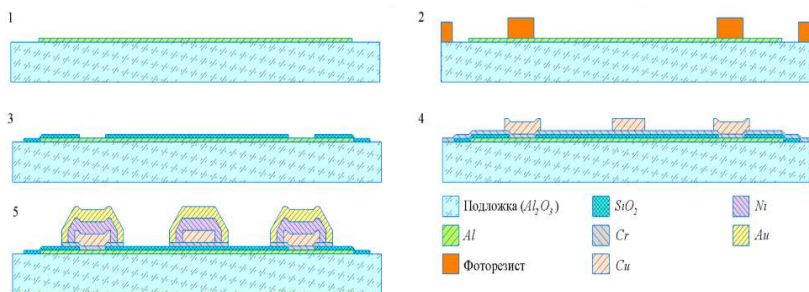


Рисунок 1. Этапы изготовления гибридной интегральной схемы со скрытыми мостовыми соединениями

На рисунке 2 представлен фрагмент изготовленной микрополосковой платы для ГИС со скрытым мостовым соединением.

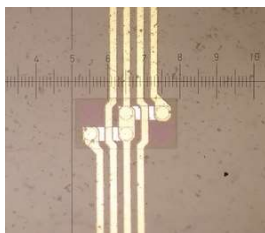


Рисунок 2. Фрагмент микрополосковой платы со скрытым мостовым соединением

В результате была разработана альтернативная технология формирования микрополосковых плат со скрытыми мостовыми

соединениями, позволяющая исключить трудоемкие операции формирования проволочных перемычек на последующих этапах сборки ГИС.

### **Список литературы:**

1. Дробахин О. О., Плаксин С. В., Рябчий В. Д., Салтыков Д. Ю. Техника и полупроводниковая электроника СВЧ. – Севастополь: Вебер, 2013.– 322 с.
2. Applied Thin-Film Products // Polyimide Supported Bridges [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.thinfilm.com/bridges.html> (дата обращения: 15.04.2022).
3. Хохлун А.Р., Бейль В.И. Некоторые особенности технологии производства современных многокристалльных микросборок и «систем в корпусе» типа МКМ-К // Технологии в электронной промышленности. – 2011. – № 4. – С.46-49.

## **АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ВЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ**

Д.А. Черемшанова

Новосибирский Государственный Технический Университет,  
г. Новосибирск, [cheremshanova.2016@stud.nstu.ru](mailto:cheremshanova.2016@stud.nstu.ru)  
Научный руководитель: Кучер Е.С., к.т.н., доцент

*Работа посвящена исследованию и синтезу адаптивной системы векторного управления асинхронным электроприводом. На первых этапах работы происходит описание асинхронного электропривода, выбранного в качестве объекта управления. Далее осуществляется построение многоканальной системы векторного управления электроприводом. Свойство адаптации системы, может упростить и повысить надежность системы путем исключения какого-либо датчика из ее структуры. На последнем этапе происходит проверка результатов синтеза путем моделирования полученной системы в программном пакете MATLAB.*

*Ключевые слова: система векторного управления, адаптация, идентификация, асинхронный двигатель.*

*The work is devoted to the study and synthesis of an adaptive vector control system of induction electric drive. In the first stages of operation, a*

*description is given of the induction electric drive selected as the control object. The following is a description of the vector control system of the electric drive, its structure, operating principles, and also the contours of the control. The next chapter introduces a system that can simplify the system by removing a sensor from its structure. In the last stage, synthesis results are tested by simulating the resulting system in the Matlab software package.*

Keywords: vector control system, adaptation, identification, induction motor.

На сегодняшний день электроприводы переменного тока являются самыми распространенными видами электрических машин, и их большинство строятся на базе асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Они находят применение во всех областях деятельности человека, где необходимо преобразование электрической энергии в механическую. Процесс производства электродвигателей переменного тока достаточно прост, технологичен и почти полностью автоматизирован.

Электрические машины переменного тока имеют целый ряд преимуществ, в сравнении с машинами постоянного тока:

- отсутствует ограничение по предельной мощности;
- возможность питания статора от сети с напряжением в десятки киловольт;
- отсутствует щеточно-коллекторный узел, что значительно позволяет сократить эксплуатационные затраты на электродвигатель переменного тока;
- современные пусковые устройства, называемые «мягкие пускатели», нерегулируемых электроприводов переменного тока позволяют производить более экономичные и надежные в эксплуатации электроприводы.

Сегодня, электроприводом 21 века считается электропривод с асинхронными короткозамкнутыми двигателями с современными преобразователями частоты на базе силовых модулей MOSFET и IGBT транзисторов, и микропроцессорным управлением. Устройство асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором представлено на рисунке 1.

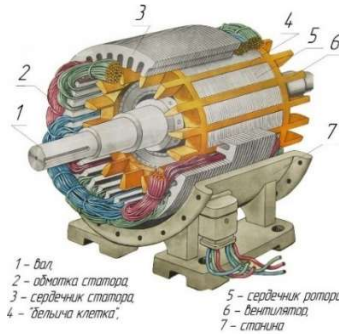


Рисунок 1 - Устройство асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

В данной работе выбран асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором средней мощности серии 4А, предназначенный для нормальных условий работы в различных отраслях промышленности. Выбранный двигатель 4А200L4У3 рассчитан на работу от сети трехфазного переменного тока частотой 50 ГЦ и имеет степень защиты IP44.

Адаптация — это процесс изменения параметров, структуры систем или управляющих воздействий на основе информации, получаемой во время управления, с целью достижения определенного (оптимального) качества управления при начальной неопределенности и/или изменяющихся условиях работы.

Сейчас в мире существует огромное количество объектов, для которых необходимо или целесообразно применять принципы адаптации. Многие ведущие фирмы так или иначе занимаются изучением данного направления. Эти принципы применяются для управления систем с переменными параметрами, или так называемых нелинейных систем. Это асинхронные машины, транспортные средства на магнитной подушке, магнитные подшипники и другие. Принципы адаптации могут применяться и в механических системах, таких как инверсный маятник, подъемно-транспортные машины, роботы, подводные аппараты.

Адаптивные принципы применяются при различных условиях и требованиях, но всегда причины их применения можно разделить на две большие группы:

1. Все климатические, механические, нагрузочные и другие различные факторы внешней среды приводят к изменчивости и сложности характеристик объектов.

2. Присутствуют высокие требования к системе, а именно к ее точностным и технико-экономическим характеристикам.

Как известно, параметры асинхронного двигателя изменяются в соответствии с температурными режимами работы, и чаще всего известен только интервал изменения параметров схемы замещения двигателя. Так параметры Т-образной схемы замещения изменяются достаточно в широких пределах во время функционирования электропривода, что никак не дает возможность постоянно использовать только номинальные значения параметров схемы замещения. Активная предварительная идентификация позволяет автоматически вычислять исходные значения интервально неопределенных параметров двигателя, которые после уточняются с помощью текущей идентификации.

В данной работе речь идет о системах, параметры объекта которых изменяются неизвестным образом. В свою очередь эти изменения параметров объекта приводят к уменьшению диапазона регулирования скорости двигателя, могут привести к снижению качества процесса управления, или даже привести к потере устойчивости системы.

Наибольшее распространение на сегодняшний день получили адаптивные системы с идентификацией (АСИ), замкнутые по выходной координате рисунок 2.

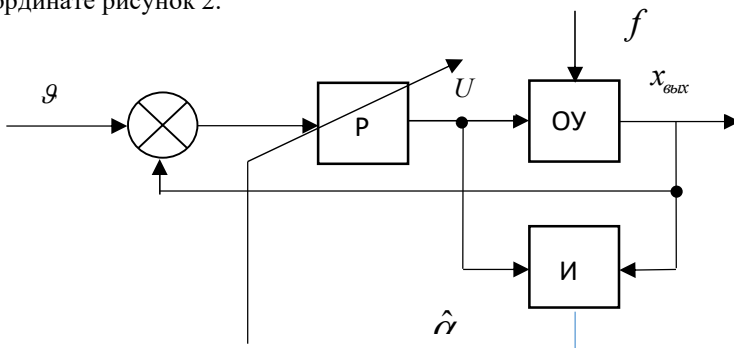


Рисунок 2 – Структура адаптивной системы управления электроприводом с идентификацией

В первой главе осуществляются преобразования уравнений электрического равновесия обмоток асинхронного двигателя, описываются принципы векторного управления и работа преобразователя частоты, за счет которого осуществляется питание системы векторного управления, можно приступить к следующему этапу.

Далее, во второй главе был произведен синтез системы векторного управления асинхронным электроприводом. В частности, был произведен синтез контуров регулирования тока статора и потокосцепления ротора, которые настраивались на технический (модульный) оптимум, и синтез контура регулирования скорости ротора, который настраивался на симметричный оптимум. В результате моделирования СВУ АД были получены графики скорости вращения вала двигателя, тока статора и потокосцепления ротора, удовлетворяющие всем поставленным требованиям. Однако в ходе работы асинхронного электропривода двигатель нагревается, что влечет за собой изменение активного сопротивления статора и ротора.

В рамках данной работы рассматривается влияние изменения активного сопротивления статора и ротора двигателя. Эти изменения особенно негативно сказываются на малых скоростях в статических и динамических характеристиках при различных режимах работы электропривода, когда требуется высокая точность регулирования.

В третьей главе был сделан вывод о том, что области устойчивости сильно изменяются в худшую сторону из-за значительного технологического разброса параметров схемы замещения машины в процессе ее функционирования.

Активная предварительная идентификация позволяет вычислять оценки требуемых параметров двигателя, за счет применения специальных тестовых воздействий, которые в дальнейшем используются в адаптивных идентификаторах не измеряемых координат как начальные значения (приближения) их настраиваемых параметров, при этом не нарушая технологический процесс. И уже после получения начальных приближений параметров, получив необходимую информацию, можно рассматривать алгоритмы текущей идентификации параметров.

Все результаты моделирования синтезируемых алгоритмов выполняются в программной пакете MATLAB 2019b.

### **Список литературы**

1. Нестеров С. А. Адаптивные системы управления: Конспект лекций. СПб.: Факультет технической кибернетики СПбГПУ, 5. 9 с.
2. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока. – Иваново: ГОУВПО ИГЭУ, 2008. – 298 с.
3. Панкратов В.В., Маслов М.О. Задачи синтеза алгоритмов идентификации для бездатчиковых асинхронных электроприводов с векторным управлением и вариант их решения Опубликовано: Силовая интеллектуальная электроника. – 2007. – №1(6).

4. Виноградов А., Сибирцев А., Колодин И. Адаптивно-векторная система управления бездатчикового асинхронного электропривода серии ЭПВ //Силовая электроника. – 2006. – № 3. – С. 46–51.
5. Кучер Е.С., Д.А. Котин. Адаптивные алгоритмы бездатчикового управления асинхронными электроприводами: учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2017. – 152 с.

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ С ЗАМКНУТЫМ КОНТУРОМ РЕГУЛИРОВАНИЯ МОМЕНТА

Чеховский Л.О. Боченков Б.М  
Новосибирский государственный технический университет,  
levchehovsky@mail.ru

*На современных автомобилях всё чаще устанавливается электромеханический усилитель рулевого управления, который обладает рядом преимуществ по сравнению с классическим гидроусилителем. Внедрение электродвигателя в систему позволяет сократить расход топлива, так же повысить надежность путем уменьшения количества деталей по сравнению с гидроусилителем. Но, при использовании электромеханического усилителя возникает проблема самовозврата колес в нулевое положение при выходе из поворота.*

*Ключевые слова: Электроусилитель, редукторный, датчик момента, самовозврат,*

В управлении автомобилем важным качеством так называемой отзывчивости в рулевом управлении является возвращение рулевых колес в изначальное положение, при завершении поворота, то есть самовозврат. Самовозврат это свойств системы рулевого управления возвращать колеса в нейтральное положение при выходе из поворота, когда к рулевому колесу не прикладывается момент. В алгоритме классического редукторного электромеханического усилителя руля (далее ЭМУР) для обеспечения режима самовозврата используются: датчик скорости автомобиля, датчик угла поворота колес и датчик момента.

Редуктор ЭМУРа, обладает низким КПД и высоким моментом сопротивления, поэтому при воздействии со стороны тихоходного вала

на ЭМУР, часть передаваемого усилия тратится на преодоления момента сопротивления редуктора, а также, на преодоление сил трения, что может привести к самоторможению, тогда и применяется режим самовозврата. В этом режиме возвращающий момент создается двигателем ЭМУРа.

Управление двигателем ведется косвенным путем, а именно заданием моментобразующего тока, это приводит к низкой точности формирования момента, что проявляется в наличии пульсаций момента на рулевом колесе, которые проявляются как удары по рулевому колесу. Т.е в ситуации возникновения режима самовозврата на двигателе формируется дополнительный момент компенсирующий момент сопротивления редуктора, но требуемой точности не добиться так как компенсирующий момент формируется косвенным путем без измерения результата этой компенсации [1]. Также при реализации самовозврата нарушается алгоритм работы ЭМУРа. В классическом ЭМУРе, алгоритм построен следующим образом: момент прикалываемый к рулевому колесу водителем передается на управляемые колеса с некоторым коэффициентом усиления, который создает двигатель ЭМУРа, в случае самовозврата как было описано выше момент передается от колес к двигателю ЭМУРа и в этом случае необходим самовозврат [2]. Самовозврат в классическом построении ЭМУРа, приводит к так называемой ломке алгоритма, а также ко всем вышеописанным недостаткам.

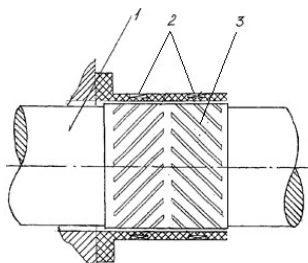
Для сохранения алгоритма во всех режимах работы, а также для повышения точности нужно организовать замкнутый контур регулирования момента, однако для этого требуется установка еще одного датчика момента установленного на выходе усилителя руля.

Классический датчик момента представляет собой торсион. Торсион – это упругий элемент, работающий на деформацию скручивание. Наличие торсиона, для измерения момента, передаваемого с управляющих колес, приведет к существенным проблемам. Поэтому для реализации замкнутого контура регулирования момента необходимо использовать датчик измерения момента основанный на магнитострикции.

Принцип действия магнитоупругих датчиков основан на использовании, магнитоупругого эффекта – физического явления, заключающегося в изменении магнитных свойств ферромагнитных материалов под действием механических сил. Для реализации такого датчика используются аморфные магнитные ленты Их малая толщина (20 – 100 мкм) позволяет использовать высокие частоты питания. Особенностью преобразователей на аморфных лентах является



зависимость наклона петли гистерезиса от прикладываемого момента. Конструкция датчика представлена на рисунке 1. При такой конструкции обеспечивается измерение момента на жестком валу [3].



*Рисунок 1 — Магнитоупругий датчик с ферромагнитной пленкой:  
1 – вал рулевой колонки, 2 – катушки индуктивности, 3 –  
магнитоупругий материал.*

При нагружении крутящим моментом, вал скручивается, что вызывает появление растягивающих и сжимающих напряжений, направленных под углами  $\pm 45^\circ$  к образующей вала. С изменением этих напряжений меняется магнитная проницаемость ферромагнитного покрытия. В направлении действия растягивающих напряжений магнитная проницаемость увеличивается, а в направлении действия сжимающих напряжений – уменьшается (для пленки с положительной константой магнитострикции). Таким образом, для измерения крутящего момента необходимо создать устройство, реагирующее на изменение магнитной проницаемости ферромагнитного покрытия по двум взаимно-перпендикулярным направлениям [3]. Описанный магнитоупругий датчик момента, был разработан и испытан на кафедре «Электропривода» Новосибирского государственного технического университета. Используя такой датчик измерения момента возможно получать информацию о моменте передаваемом с колес на рулевой вал, что позволит построить систему с замкнутым контуром регулирования момента, что позволит решить проблему с самовозвратом рулевого колеса.

### **Список литературы**

1. Тюрин М.В. Повышение динамической точности рулевого управления: Диссертация канд. техн. наук: 23.11.09 / М.В. Тюрин. - Новосибирск, 2009 г. -168 с.

2. Боченков Б.М. Бесконтактные двухзонные электроприводы с синхронными двигателями магнитоэлектрического возбуждения для металлорежущих станков: Диссертация канд. техн. наук: 05.09.03 / Боченков Борис Михайлович - Новосибирск, 1988 г. -177с.
3. Разработка, исследование и изготовление макетного образца датчика момента: отчёт о НИР/ НГТУ; Руководитель Б.М. Боченков. – ОЦО 102ТЗ; Кг ГР 80057138; Инв.№Б119699.-Н., 2006. — 48 с.
4. Патент электромеханический усилитель руля Боченков Б. М., Каратюк Л. И., Судак А. Г.

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ РОЛЬГАНГА С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

М.И. Чуприн, В.М. Кавешников  
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический  
университет», maxpvlnsk@inbox.ru

*Асинхронные электропривода с векторным управлением всё чаще находят применение в различных отраслях промышленности за счёт широкого спектра достоинств по сравнению со скалярным аналогом. Векторное управление позволяет достичь наиболее высокой точности регулирования скорости в широком диапазоне, обеспечения плавного старта и плавной работы привода во всём диапазоне частот, а также, безусловно - максимального быстродействия.*  
*Ключевые слова: привод, рольганг, конвейер, оптимизация, точность*

При работе сварочного робототехнического комплекса существует проблема недостаточной точности подачи заготовки к сварочным роботам, за счёт чего происходит снижение общего качества сварки. Подача заготовки осуществляется посредством рольганга.

Объектом исследования выступает асинхронный двигатель рольганга с короткозамкнутым ротором.

Предметом исследования является математическая модель системы векторного управления асинхронным двигателем рольганга.

В качестве исследуемого двигателя был выбран электродвигатель АИР 315S2. Асинхронный двигатель серии АИР с высотой оси вращения в 355 мм, установочным размером по длине станины S, и с числом пар полюсов  $p=1$ .

Асинхронные трёхфазные электродвигатели серии АИР с короткозамкнутым ротором предназначены для механизмов с частыми тяжёлыми пусками и с высоким коэффициентом инерции, с неравномерной пульсирующей нагрузкой.

Выбор векторного закона управления обусловлен возможностью обеспечения максимального быстродействия и точности при подаче заготовки, а также плавного пуска с учётом тяжести некоторых деталей.

Реализацию системы векторного управления в приводе рольганга осуществляем при помощи программного пакета MATLAB Simulink.

Математическая модель системы представлена на рисунке 1.

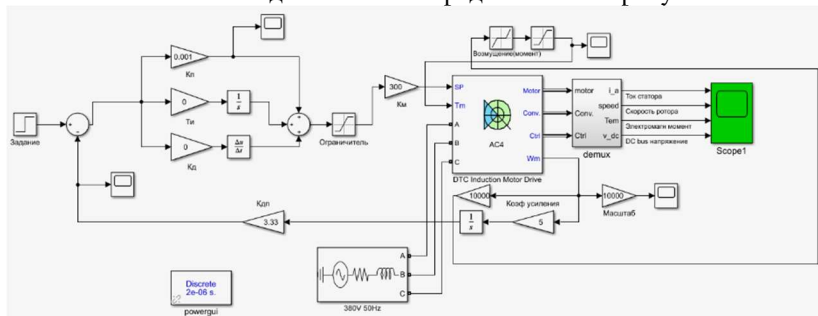


Рисунок 1 — Модель объекта управления с векторным законом управления

Для достижения качественных переходных процессов по скорости и положению, была осуществлена настройка ПИД-регулятора по методу Циглера-Никольса. Настройка, обеспечивающая наиболее качественный результат:  $K_p = 0,0127$ ,  $T_i = 0,0001$ ,  $K_d = 0,02$ .

Результат моделирования с вышеупомянутой настройкой представлен на рисунках 2,3.

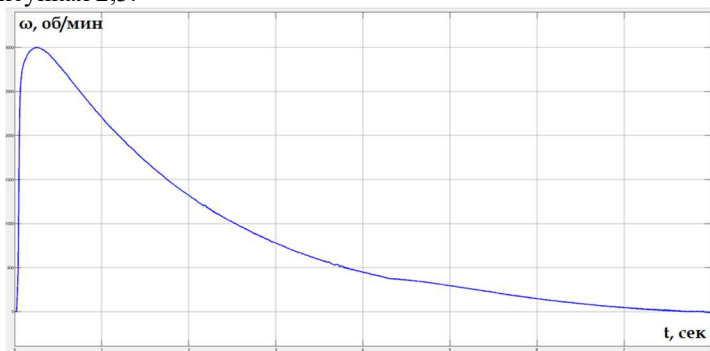


Рисунок 2 — Переходный процесс скорости электропривода рольганга при подаче заготовки при  $U_{зад} = 10 В$

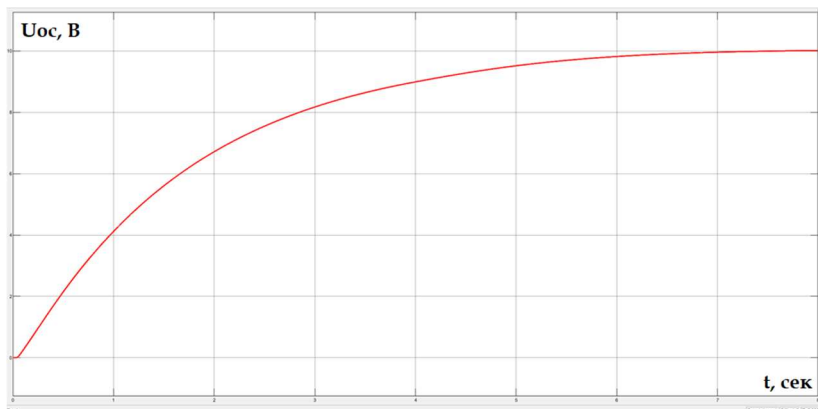


Рисунок 3 — Переходный процесс с датчика положения при  $U_{\text{зад}} = 10 \text{ В}$

### Список литературы

1. Панкратов В.В. Векторное управление асинхронными электроприводами: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. – 66 с.
2. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново: Издательство ИГЭУ, 2008. – 298 с.
3. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов. – Москва: МЭИ, 2015. – 373 с.

## МЕДИЦИНСКИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТЫ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ: АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Д.А. Котин, В.С. Щекотько  
Новосибирский Государственный Технически Университет,  
d.kotin@corp.nstu.ru

*В существующей зарубежной и отечественной литературе, касающейся разработки и применения экзоскелетов, описано, что главными областями внедрения экзоскелетов служат реабилитационная медицина и военная промышленность, материалы разработок последних, либо кратко представлены для общего доступа, либо вовсе засекречены. Заметим, что использование экзоскелетов для*

*больных, с ограниченным объёмом движений верхних и нижних конечностей, до сих пор затруднительно и не может применяться массово, так как существующие системы обладают высокой стоимостью, большой массой и индивидуальностью конструкции. Следовательно, сейчас актуальна задача разработки универсальных и недорогих экзоскелетов, которые позволят вернуть инвалидов к повседневной жизни.*

*Ключевые слова: электромеханическая система, активный экзоскелет, инвалид, электропривод, система управления экзоскелетом, нейронная сеть.*

Экзоскелет, с греческого языка переводится как «внешний скелет», устройство, позволяющее увеличить силу или заменить часть тела, за счёт крепления внешней механической или электромеханической системы к человеку. В настоящее время во многих странах мира, включая Россию, активно ведётся исследование и разработка таких систем.

На данный момент известны модели экзоскелетов с активным и пассивным принципом работы — активные и пассивные экзоскелеты. Активные экзоскелеты используют в качестве источника движения внешние устройство, например, электро- или пневмодвигатель, тогда как работа пассивных экзоскелетов, основана на использовании силы самого человека и его кинетической энергии [1].

Экзоскелет – это сложная техническая система, изучение которой можно провести только в сотрудничестве с учёными из разных областей науки, такие как: медицина, механика, электроника, IT – технологии и т.д. В большинстве научных трудов, в части построения динамических моделей движения экзоскелета, не рассматривается влияние механизма привода на движение звеньев экзоскелета, как единого объекта управления. Необходимо, чтобы синтез системы управления электропривода проводился, на основе нейронной сети. Отметим, что нейронная сеть активно используется для систем управления нелинейными объектами.

На данный момент, существующие подходы к изучению динамической модели движения экзоскелета, а также к построению эффективных систем управления ими, не достаточно изучены и находятся в процессе проработки и исследования. Биологическая структура мышц хоть и является сложной системой, но её можно описать нелинейной системой уравнений. При движении человека задействовано более 20 степеней свободы нервной, костной и мышечной системы, что при математическом моделировании ходьбы

человека может привести к сложностям в вычислениях, поэтому одной из главных задач, является уменьшение количества степеней свободы. Часть от используемых методов моделирования движения нижних конечностей человека не дают требуемого результата из – за принятых допущений, часть которых, улучшили математическое описание, связанное с безопасностью движения [2, 3].

Таким образом, задача формирования эффективного движения экзоскелета нижних конечностей для реабилитации пациентов с нарушением опорно – двигательного аппарата, является чрезвычайно сложной и требует изучения нервно – мышечной системы, для полного представления влияния суставов, костей, мышц, центральной и периферической нервной системы, в формировании траектории движения человека.

В существующих работах, касающейся разработки модели электромеханической системы экзоскелета, рассматривается пятизвенная динамическая модель с 4 степенями движения, которая во многих исследованиях не учитывает динамику электропривода с механическими звеньями. Механическая часть экзоскелета содержит стержни из металлов (например, алюминий) и других особо прочных материалов, связанных между собой определённым образом [5].

Электропривод должен состоять из устройства управления, вычисляющего устройства и электродвигателей для осуществления движений. На самом деле приводные системы экзоскелетов разнообразны, это не только электрический, но и пневматический, и гидравлический и гибридный привод. Но наиболее целесообразным, является использование электропривода, который обладает точностью выполнения команды, быстродействием и плавностью движения, высоким крутящим моментом, устойчивостью, достаточно простым управлением, высокой надежностью, высокой чувствительностью к возмущениям, низкими шумами, малым энергопотреблением и безопасностью.

Человеческие движения очень сложные, которые одновременно учитывают взаимодействие нервной системы и окружающей среды, для устойчивого движения. Их можно описать в виде математической системы уравнений, в которой жесткие звенья имитируют кости, а кинематические пары имитируют суставы. Движению человека вперед характеризуется ступенчатым циклом, который состоит из двух независимых фаз: опора и перенос. Фаза переноса длится от начала отрыва ступни, до прикосновения к поверхности, а фаза опоры – это все время полного контакта ступни с поверхностью. Анализ динамики и кинематики движения нижних конечностей человека, необходим для

определения траектории движения и выявления особенностей работы суставов во время цикла ходьбы [4].

Для отслеживания заранее заданных траекторий суставов нижних конечностей в настоящее время предложены различные схемы управления. Система управления зависит от динамики, и синтезируется главным образом на основе эталонного адаптивного закона управления. Существующие системы управления, не учитывают возмущения, часть из которых не имеют быстрой сходимости за конечное время. Такие методы управления рассматриваются либо для одиночного сустава, либо для одноопорной фазы ходьбы [6].

Главная задача системы управления, это обеспечение движения звеньев экзоскелета, которые наиболее бы точно повторяли движение нижней конечности человека. Система управления может быть представлена, трехконтурной системой управления движением экзоскелета, (по моменту, скорости и положению), с учётом моментов, действующих на электродвигатели в суставах системы, компенсируемых на основе нейронной сети.

Структура экзоскелета состоит из системы сложных электромеханических связей, в которых невозможно полностью измерить все состояния системы. Взаимодействие электрических приводов и механических частей достаточно сложное, в которых присутствуют нелинейности как трение, упругость, инерция и т.д., поэтому для эффективного управления необходимо учесть все нелинейности. Рассматриваются нелинейные элементы конструкции системы шестерней электропривода. Электромеханическая система экзоскелета представлена, как соединение бесщеточного двигателя постоянного тока, редуктора и носимого устройства.

### **Список литературы**

1. Разумов А. Н., Головин В. Ф., Архилев М. В., Журавлев В. В., Обзор состояния робототехники в восстановительной медицине. // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – № 4. – с. 31-38.
2. Anam K., Al – Jumaily A. A. Active exoskeleton control systems: State of the art //Procedia Engineering. – 2012. – Т. 41. – с. 988 – 994.
3. Пановко, Г. Я., Яцун, С. Ф., Савин, С. И., Яцун, А. С. Особенности управления движением многозвенной электромеханической системы с учетом свойств электропривода / Г. Я. Пановко, С. Ф. Яцун, С. И. Савин, А. С. Яцун // Машиностроение и инженерное образование. – 2016. – N2. – с. 2 – 10.
4. Борисов, А. В. Существование и единственность решения системы дифференциальных уравнений, описывающей движения экзоскелета /

- А. В. 146 Борисов // Фундаментальные исследования. Физико-математические науки. – №9. – 2014. – с. 1495 – 1499.
5. Чьонг Д.Д. Разработка математической модели и управление методом разделения закона управления для экзоскелета / М. П. Белов, Д. Д. Чьонг, Н. В. Лань// Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ, Вып. 01. – 2020. – с. 71-77.
6. Лавровский, Э. К., Письменная, Е. В. Алгоритмы управления экзоскелетом нижних конечностей в режиме одноопорной ходьбы по ровной и ступенчатой поверхностям / Э. К. Лавровский, Е. В. Письменная // Мехатроника, Автоматизация, Управление. – 2014. – № 1. – с. 44 – 51.



# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВОВЕДЕНИЯ И КУЛЬТУРОЛОГИИ

## СЕКЦИЯ ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И КУЛЬТУРОЛОГИЯ

### ДИРИЖАБЛЬ. НОВОЕ ВИДЕНЬЕ ФОРМЫ ИСТОРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА.

Студент группы 19-323-1, Батаева А.П.  
Новосибирский университет архитектуры, дизайна и искусств имени  
А.Д. Крячкова

В современном мире люди все чаще стали забывать о таком замечательном транспортном средстве, как дирижабль. Такой вид транспорта может выполнять различные задачи: от распространения рекламы до перевозки людей, товаров. Эти гиганты славятся своей грузоподъемностью, а также своими размерами внутренних помещений.

#### 1. История развития.

Франция считается родиной дирижаблей. Именно там в 17 веке началась настоящая воздушная лихорадка, охватившая весь мир. Ранее дирижабли широко использовались в роли воздушного транспорта.

Основателями были братья Жак-Этьен и Жозеф-Мишель Монгольфье. [2].

Немецкий изобретатель Фердинанд фон Цеппелин дал толчок бурному развитию дирижаблестроения. На строительство своего последнего дирижабля LZ-3 ушло немало средств. Аппарат LZ-3 совершил первый полет в 1906 году.

Дирижабли широко использовались как в военных, так и в мирных целях, для перевозки грузов. Вслед за грузовыми перевозками появилась и идея пассажирских перевозок. Первая пассажирская линия открылась в 1910 году.

Российская империя не отставала от Европы в плане авиации. Проекты таких аэростатов были предложены знаменитыми будущими конструкторами Константином Циолковским и истребителем Игорем Сикорским.

В современной России дирижабль никогда не забывается. Кроме того, все чаще появляются проекты по внедрению дирижаблей в систему общественного транспорта. [1,2]

## 2. Виды дирижаблей.

Существует несколько типов классификации дирижаблей.

- По типу оболочки. Мягкий дирижабль, полужесткий, жесткий.
- По типу силовой оболочки. С паровой машиной; с электродвигателем; с дизелями; с газотурбинными; с бензиновым двигателем.
- По типу двигателя. С импеллером; крыльевые; с воздушным винтом; турбореактивные (в настоящее время практически всегда двухконтурные).
- По назначению. Пассажирские; специальные (в частности военные); грузовой.
- По способу создания архимедовой силы. Наполнением оболочки газом легче воздуха; комбинированные; с подогревом воздуха в оболочке (термо дирижабли и термо планы); вакуумный дирижабль.
- По способу управления подъемной силой. Стравливание подъемного газа; управление температурой подъемного газа; закачка/стравливание балластного воздуха, сжатие и закачка подъемного газа в металлические баллоны/стравливание подъемного газа из металлических баллонов в рабочие балонеты; изменяемый вектор тяги силовой установки; аэродинамический. [3]

## 3. Разработка концепт – проекта «Дирижабль».

В данном проекте, было принято решение использовать жесткий тип оболочки, с электродвигателем. В конструкции совместно используются импеллеры и крылья. Такой дирижабль пригоден для пассажирских перевозок.

Скетч-проектирование начинается с поиска идеи, работы над формой и визуальным образом изделия. (Рис.1)

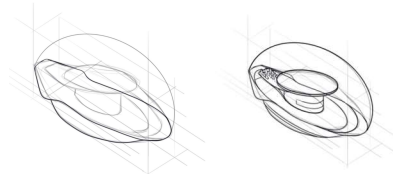


*Рисунок 1. Поисковые эскизы.*

На этом этапе происходит поиск идеи и формы для будущей работы. На рисунке 1 представлено 10 поисковых эскизов дирижаблей различной формы.

Второй этап. Начало работы над концепт-проектом. Была выбрана округлая форма, с прозрачным панорамным куполом для большего обзора. А также достаточно большая палуба для прогулок пассажиров.

Следующим этапом является работа над построением формы. (Рис.2)

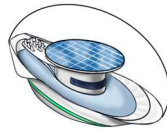


*Рисунок 2 и 3. Работа над формой. Добавление деталей*

Таким образом прорабатывалась основная форма дирижабля.

На рисунке 3 представлен дирижабль с частичной детализированной проработкой.

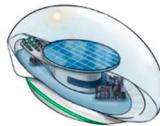
Следующим этапом была выполнена заливка цветом основной формы. (Рис.4). Были выбраны нейтральные цвета для основных форм: белый для корпуса, голубой для пола нижней палубы. Также присутствует неоновая вставка зеленого цвета на внешней стороне корпуса. Это сделано для того, чтобы дирижабль возможно было различить в условиях плохой видимости. Добавлена солнечная батарея, которая будет обеспечивать электричеством палубу



*Рисунок 4. Цвета основной формы.*

Следующим шагом была прорисована верхняя палуба. А также проработка стекла купола.

И наконец представлен итоговый вариант дирижабля, с внесенными корректировками, а также с добавлением группы людей.



*Рисунок 5. Итоговый вариант*

Вывод: разработанная нами концепция, имеет не только визуально-привлекательный образ, соответствующий тенденциям мирового рынка, но и адаптирована технически современными материалами.

### **Список литературы**

1. В. А. Обухович, С. П. Кульбака. Дирижабли на войне. – 2000.
2. История дирижаблей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://diletant.media/articles/25200564/>

3. Рынок дирижаблестроения обретает новое дыхание. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.cnews.ru/articles/rynok\\_dirizhablestroeniya\\_obretayet\\_novoe](https://www.cnews.ru/articles/rynok_dirizhablestroeniya_obretayet_novoe)

## ЭКОЛОГИКА ВТОРИЧНЫХ ОБЪЕКТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НАУЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

А.Н. Гольцова

Новосибирский государственный университет архитектуры,  
дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова

[a.goltsova@nsuada.ru](mailto:a.goltsova@nsuada.ru)

*В статье рассмотрена актуальная тема переработки производственных отходов. Именно этот вид отходов имеет наибольшее влияние на мировую экологию, так как эти элементы вредны и не разлагаются в естественной среде, при этом их количество превышает более 80% от всех произведенных людьми отходов. Отображено исследование производственных отходов на примере научно-исследовательского института Новосибирского Академгородка Института Ядерной Физики им. Г.И. Будкера СО РАН. Представлены результаты экспериментов, проведенных на начальном этапе исследования. Сформированы предварительные предложения по формированию методологии для Института Ядерной Физики им. Г.И. Будкера.*

*Ключевые слова: переработка, производственные отходы, методология, экологика, дизайн, эко-дизайн, тренд.*

Каждый из нас в среднем оставляет около 400 кг мусора в год. Это примерно 1,1 кг в день. Эти цифры не кажутся такими пугающими в сравнении с данными, например, из США, где каждый день один человек производит 2,2 кг мусора, то есть около 800 кг в год.

Но не люди в России оставляют наибольшее количество мусора, а промышленные производства. Основную часть отходов формируют предприятия, которые занимаются добычей полезных ископаемых – это почти 7 млрд тонн.

Часть из них, это перерабатываемые отходы, например, драгоценные металлы, но есть и те, которые не отправляются на переплавку, а просто выбрасываются. Только за 2019 год Российские предприятия захоронили 1.2 млрд тонн отходов.

Из-за подобного способа утилизации отходов, в ближайшем будущем территория свалок будет занимать 1% от всей территории России, а это 171 251,91 км<sup>2</sup>. Для справки территория Новосибирска 506,67 км<sup>2</sup>.

Моя работа заключается в разработке методологии по которому отходы на любом производстве можно будет определить по типу, а также увидеть каким образом можно переработать данный отход во вторичное сырьё, какое для этого может понадобиться оборудование. Есть ли возможность у самого предприятия осуществить переработку, либо стоит отправить отходы на другое производство.

Данный алгоритм разрабатывается на основе исследований свойств материалов, а также экспериментов.

На примере научного производства Института ядерной физики, который предоставил отходы в виде эпоксидной смолы, которая используется для оплетки проводов, были произведены эксперименты (рисунок 1).



*Рисунок 1 – Материал в первоначальном состоянии*

Материал был подвержен различным механическим воздействиям:

- распилке (рисунок 2);
- шлифовке (рисунок 3);
- нагреванию (рисунок 4);
- заморозке (рисунок 5);
- окрашиванию (рисунок 6) и др.



*Рисунок 2 – Объект после распила*



*Рисунок 3 – Объект после шлифовки*



*Рисунок 4 – Объект после нагревания*



*Рисунок 5 – Объект после заморозки*



*Рисунок 6 – Объект после окрашивания*

По результатам экспериментов были выявлены свойства материала, такие как подверженное распилке и шлифовке, также материал не поддаётся плавлению, подходит для окрашивания, его обработка должна осуществляться со средствами индивидуальной защиты, так как выделяет запах гари при обработке. На основании этого подобраны варианты его переработки.

Таким образом анализируются и другие материалы, на данный момент проводятся эксперименты с отходами таких научных производств, как:

- Институт физики полупроводников
- Институт теоретической и прикладной механики

Итогом работы планируется создание методологии для производства, по которой можно будет распределить отходы для переработки, а также примеры переработанных объектов.

### **Список литературы**

1. Общество потребления: сколько мусора мы производим [Электронный ресурс] <https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/608058d99a79474434696eee>
2. Анатолий Маринченко. Экология. - Litres, 2020. – 360 с.

## **СПЕЦИФИКА ИЗОБРАЖЕНИЯ ВОЕННОЙ ТЕМЫ В РОМАНЕ ДЖ. Р. ДЖОНСА «ТОНКАЯ КРАСНАЯ ЛИНИЯ»**

А.В. Епланов, Д.В. Епланов

Сибирский государственный университет водного транспорта,  
jododo2006@gmail.com

*В докладе анализируются основные мотивные комплексы, которые лежат в основе романа Дж. Р. Джонса "Тонкая красная линия". Сделаны выводы о жанровой специфике романа, системе образов, а также повествовательных стратегиях, использованных писателем в романе.*

*Ключевые слова Дж. Р. Джонс, Тонкая красная линия, военная проза, мотивная структура.*

Роман Дж. Р. Джонса «Тонкая красная линия» посвящен событиям битвы за Гуадалканал, в которой сам писатель принимал непосредственное участие. Одной из основных нарративных парадигм романа «Тонкая красная линия» является документализация повествования. Однако автобиографизм Дж. Р. Джонса сводится к выстраиванию отдельных эпизодов и общей сюжетной канвы в соответствии с его личным военным опытом. Отдельно он говорит об этом в Предисловии к роману.

Документализация Дж. Р. Джонсом исторических событий в романе может быть сведена к следующим основным повествовательным стратегиям:

- 1) описание личного военного опыта, либо тех историй, непосредственным свидетелем которых (слушателем рассказов о них) он стал;
- 2) документально точное воспроизведение отдельных фактов;
- 3) многочисленные отсылки к реальным событиям, непосредственным свидетелем которых он не был, но которые могут быть верифицируемы при обращении к армейским архивам;
- 4) создание в художественном пространстве «образов-дуплетов» по отношению к реальным событиям.

Хотя сам Дж. Р. Джонс никогда не настаивал на определении собственного художественного метода, ряд исследователей указывает на его приверженность натурализму [Ross, 2012, p. 3]. Говоря о природе натурализма Дж. Р. Джонса, мы сталкиваемся с необходимостью провести границу между двумя характеристиками: «точность художественного изображения» и «правдивое изображение событий». Точность как детализированное изображение художественного мира не соответствует правдивости как наиболее художественному обобщению личного опыта.

Несмотря на то, что многие события основаны на реальных инцидентах, которые он пережил или свидетелем которых он стал, далеко не все события имеют исключительно автобиографический характер. Нам представляется, что к числу первых можно отнести описание ранения капрала Файфа, которое напоминает собственное ранение писателя. Более того, детали этого события (Файф покидает поле боя и натывается на тело солдата на носилках, который был убит снайпером) также соответствуют тому, что мы знаем об опыте Дж. Р. Джонса на Гуадалканале. В финале Файф, как и Дж. Р. Джонс, эвакуируется в США из-за травмы ноги (у писателя это застарелая травма лодыжки, ранение же Файфа описывается в романе).

Обратим внимание и на тот факт, что в «Тонкой красной линии» Дж. Р. Джонс старается пользоваться категорией «ненадёжного повествователя», выводя образ «коллективного героя», способного на рефлексию относительно различных тем или сюжетных ситуаций, даже художественных образов. Например, сержант Кек в романе не является персонажем «рефлексирующим». О его мыслях и чувствах мы узнаем от «ненадежных повествователей», то есть факт события здесь интерпретируется иными субъектами повествования («хором»), исходя из их личного опыта.

О том, что этот эпизод был описан Дж. Р. Джонсом на основании личного опыта пишет и наиболее авторитетный биограф писателя Фрэнк МакШейн [MacShane, 1985, p. 56]. Тем не менее, каждый из них



приводит в своём описании детали, не соответствующие тексту романа, а являющиеся расширительным толкованием описанных писателем событий. Во многом этот эпизод позволяет Дж. Р. Джонсу рассмотреть категорию подвига (одну из основных в военной прозе) с позиций максимальной её дегероизации. Как отмечает Р. Бласкевич, Джонс не дает ни одному из персонажей право нарративной доминанты в романе, создавая образ «коллективного героя [Blaskiewicz, 2012, p. 277].

Несмотря на «документализм» романа, в отечественном литературоведении в большей степени разработана психологическая («рефлексивная») сфера поэтики романа. Так, как отмечает Д. А. Волкогонов, «бесхитростную фабулу» романа Дж. Р. Джонс изображает «скрупулезно, тщательно, с пристрастием всматриваясь в персонажей романа через призму психологических переживаний участника войны» [Волкогонов, 1983, с. 5].

Особый характер современной войны становится мотивом, который Дж. Р. Джонс развивает на протяжении всего романа, отчасти для того, чтобы подчеркнуть ее ужас, а отчасти потому, что она резко контрастирует с традицией ведения войны первой половины XX века.

### **Список литературы**

1. Blaskiewicz, R. James Jones on Guadalcanal / R. Blaskiewicz // War, Literature, and the Arts: An International Journal of the Humanities. – 2008. – № 20 – pp. 275-292.
2. MacShane F. Into Eternity: The Life of James Jones, American Writer / F. MacShane. – Boston: Houghton Mifflin Company, 1985. – 355 p.
3. Ross, M. S. James Jones's Codes of Conduct / M. S. Ross. – University of Nevada – Las Vegas, 2012. – 250 p.
4. Волкогонов, Д. А. Предисловие / Д. А. Волкогонов // Тонкая красная линия / Дж. Джонс. – М.: Воениздат, 1983. – С. 3-11.

## КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ПУЛЬТОВОЙ

Е.Е. Казакова, М.В. Таубе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д.Крычкова»  
eekazakova@nsuada.ru

*Было получено задание от Института ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН на формирование пульта в диспетчерской и оснащение рабочего места оператора. Был произведён анализ помещения пульта с точки зрения расстановки мебели, удобства использования оборудования, основных зон, используемых при работе, выявлены основные закономерности и опорные точки. Цель работы: Выявить и изучить факторы, влияющие на формирование пульта управления, спроектировать прототип пульта.*

*Ключевые слова: пультровая, формобразование, эргономика, научно-исследовательская среда, эргодизайн.*

В современном мире дизайн не ограничивается только рамками проектной деятельности при формировании предметно-пространственной среды. Зачастую дизайн нацеливается на решение острых социально значимых проблем мирового сообщества. Социальный контекст подразумевает внедрение дизайна в различные виды деятельности, что делает его по своей сути многогранным, способным развиваться во многих сферах жизни общества. [1]

В рамках магистерской работы был разработан проект помещения диспетчерской для центра коллективного пользования СКИФ.

СКИФ - сибирский кольцевой источник фотонов, расположен в наукограде Кольцово. Это - уникальная научная установка, позволяющая с помощью синхротронного излучения с рекордной точностью изучать материю на уровне атомов. На данный момент он находится на этапе строительства и в перспективе станет самым крупным инфраструктурным комплексом, реализуемым в рамках национального проекта «Наука». Будет включать в себя сам ускорительный комплекс, 30 исследовательских лабораторий мирового уровня и экспериментальные станции. [3]

В начале работы над проектом в процессе практических экспериментов в Институте ядерной физики имени Г. И. Будкера СО

РАН было выявлено, что существующее рабочее место оператора не соответствует современному технологическому запросу. Используются не актуальные на сегодняшний день принципы управления и организации рабочего пространства, что в связи с современным ритмом жизни, объёмами обрабатываемой информации требует изменений.

Был произведён анализ помещения пультовой с точки зрения расстановки мебели, удобства использования оборудования, основных зон, используемых при работе, основных закономерностей реакции пользователя и опорные точки. Действия оператора были проанализированы непосредственно в среде во время проведения эксперимента.

Таким образом, была выявлена проблема: стресс на рабочем месте, перегрузка оператора как эмоциональная, так и физическая. Следствие из этого: не сосредоточенность, допущение ошибок, падение уровня работоспособности в течении дня.

Решение данной проблемы состоит в обеспечении снижения физического уровня дискомфорта, создание более комфортного рабочего места, за счёт периодики пассивной и активной фазы уровня стресса. С точки зрения эргодизайна этого можно достичь различными способами:

1. Увеличение удобства оператора.

Модернизация формы стола и его комплектующих, улучшение доступа ко всем органам управления пульта. Улучшение сидячего места.

2. Внешние атрибуты в контакте с оператором.

Внедрение использования гаджетов оператором. Массажер для шеи, часы (контроль за статичностью положения оператора, напоминание о необходимости активности, разминке). Поляризационные очки для компьютера - защищают от бликов, ультрафиолетового излучения, нейтрализуют постоянные вспышки экрана, глаза устают значительно меньше.

3. Внешнее окружение (помещение).

Большинство помещений пультовых – изолированные, без окон, поэтому необходимо держать помещение пультовой в соответствии с требованиями по эргономике рабочей среды. Велико влияние окружения помещения пультовой на работоспособность персонала.

Так для решения проблемы мной разработан комплекс, включающий в себя пультовую установку для 3-х операторов и проект помещения диспетчерской в целом (Рисунок 1).



*Рисунок 1- Проект помещения и оборудования пультовой*

При проектировании рабочего места с упором на опыт прошлых лет и зарубежные аналоги был выработан алгоритм построения и вариативности сборки пульта. Это позволяет адаптировать функциональный состав столешниц и органов управления для каждого оператора персонально, тем самым снизить физическую и психологическую нагрузку. Комплектация пульта включает в себя основной жесткий каркас, базу столешницы с выбором варианта комплектации и надстройку второго яруса для размещения мониторов. [2]

Пристальное внимание при проектировании уделялось не только эргономическим и функциональным критериям, но и эстетическим качествам оборудования и интерьера в целом для создания комфортных условий для работы. Были выбраны для использования монохромные цвета, для сохранения акцента на индикаторах и кнопках при работе оператора. Двухъярусная комплектация столешницы позволяет оператору принять комфортное положение при работе. Все органы управления и индикаторы находятся в зоне досягаемости из положения сидя.

Планировка помещения диспетчерской организована таким образом, что можно будет ознакомиться с процессом работы ускорительного комплекса изнутри. Интерьер и оборудование спроектированы так, что посетитель имеет возможность наблюдать проводимые процессы в реальном времени, через стеклянную стену, не мешая работе сотрудников. Что делает данный комплекс открытым для посещения студентами в рамках профориентации и изучения современной науки.

В конце можно заключить, что данный проект пультовой установки является в определённой степени инновационным с точки зрения реализации удобства эксплуатации оборудования в научно-исследовательской среде, обладает повышенной адаптивностью к задачам стоящими перед учёными.

## Список литературы

1. Панеро, Дж. Основы эргономики. Человек, пространство, интерьер // Дж.Панеро, М.Зелник. – М.: Астрель, 2008 - URL: <https://bookree.org/reader?file=758980&pg=3> (дата обращения: 12.04.2022)
2. Теоретический минимум проектировщика ОПС – [электронный ресурс]. Дата публикации: 07.08.2009. – URL: <https://os-info.ru/proektirovanie/teoreticheskij-minimum-proektirovshhika-ops.html/18> (дата обращения: 15.04.2022)
3. ЦКП «СКИФ» (поколение 4+, энергия 3 ГэВ) // URL: <https://srf-skif.ru> (дата обращения: 15.04.2022)

## ДИЗАЙН АРТ-ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ГОРОДСКОГО ТУРИЗМА В ЛОКАЦИИ АКАДЕМГОРОДКА ГОРОДА НОВОСИБИРСКА

О. А. Кириленко, Н. В. Бекк

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А. Д. Крячкова, Новосибирск

*Наукограды являются важнейшими центрами сосредоточения как технологий, так и научных открытий, которые напрямую влияют на дальнейший прогресс и рост благосостояния государства, его жителей и на экономическое развитие страны. В Сибирском регионе располагаются семь наукоградов, также к их числу относят четыре академгородка, которые являются крупнейшими научными центрами РАН. Несмотря на то, что наукограды – это центры технологий и сосредоточения людских ресурсов в лице ученых, на их территории находится не так много арт-объектов. Арт-объекты являются способом привлечения туризма и увеличения вовлеченности в жизнь наукограда его жителей. В связи с высокой значимостью наукоградов в общественной жизни привлечение туристического потока в такие места – это актуальный вопрос. Проектирование арт-объектов связано с множеством факторов, таких как: погодные условия окружающей среды, бюджет, выделенный на разработку и реализацию арт-объекта, потребности и интересы людей и влияние окружающей среды на материалы, используемые в объекте и эргономику.*

*Ключевые слова: арт-объект, климатические условия, дизайн, туризм, наукоград, технологии, предметы интерьера и экстерьера.*

Арт-объект – это широкое понятие, которое может означать как непосредственно предметы искусства, так и любые дизайнерские решения, вызывающие интерес общественности. Данное понятие включает в себя множество других, например: живопись и скульптуру, предметы интерьера и экстерьера, архитектурные объекты, а также художественные образы.[1] Арт-объект становится способом самореализации автора, это может проявляться во внешнем виде, оболочке или во внутреннем наполнении, то есть заложенной концепции. Среда, в которую вписан объект может стать более динамичной и наполненной за его счет, насыщая жизнь окружающих людей через визуальное или эмоциональное воздействие.

При проектировании арт-объекта, идея возникшая в сознании в виде образа, так называемого проектного замысла, далее обдумывается и конкретизируется. Уже на этом этапе стоит провести опросы местного населения, чтобы выяснить их отношение к задумке, предпочтения и интересы. Следует задуматься также о том, как будет реализовываться арт-объект и возможно ли это в выбранной местности. Кроме того, стоит учитывать такие немаловажные факторы, как уместность и современность в сложившейся на территории и в государстве ситуации. Это добавляет социально-культурную осмысленность придуманной концепции. [2]

Далее за утверждением идеи и проведением опросов с анализом полученных ответов, следует стадия проработки проекта. На данном этапе стоит учитывать климатическую зону, в которой будет находиться арт-объект. Так в Сибири более 100 дней идет снег, а высота сугробов составляет порядка 110 см, что накладывает определенные ограничения на выбор материалов и конструкции для проекта, если задумывать арт-объект стационарным и долговечным. Материалы не должны окисляться, деформироваться, вздуться или трескаться при смене температур или выпадении осадков. Выбор цвета также должен вписываться в палитру наукограда и его строений. Конструкция арт-объекта должна быть спроектирована с учетом климата, так чтобы выпавшие осадки, в виде дождя или снега, не влияли на его визуальную часть, не закрывали обзор и не мешали взаимодействию человека с ним.

При проработке эскиза или последующему 3d визуализированию объекта, стоит учитывать возможности и способы производства деталей и СНиПы (строительные нормы и правила). Исходя из этого рассчитывается толщина стенок проектируемого изделия, возможности закругления углов и другие детали (например, проведение электроники, светодиодов.).

В современном мире большую роль играют технологии, поэтому помимо необычного внешнего вида стоит уделить внимание технологичности. Так, в наше время популярность набирают элементы дополненной реальности, при помощи qr-кода можно через телефон вписать в реальность изображение по желанию создателя.

При этом не стоит забывать о такой важной части, как финансы. На протяжении проектирования объекта нужно брать в расчет, то сколько потребитель (это может быть как частное лицо, так и организация), если он имеется, готов предоставить финансирования проекту. Уже исходя из данной цифры будет проводиться выбор материалов и возможности для установки дополнительных элементов, размеры и методы производства.

Именно эти принципы были учтены при разработке арт-объекта для локации института ядерной физики в Академгородке города Новосибирска. Так, через проведенный опрос было определено мнение жителей города и их предпочтения. Многие высказали особое пожелание к тому, чтобы появились места для сидения и времяпровождения. Благодаря этому помимо арт-объекта была разработана прилегающая к нему зона отдыха в подходящей стилистике. Данная зона включала в себя набор лавочек с деревянным верхом и каменными ножками, а также металлические фонари.

Форма объекта напоминает магнитопровод ВЭП-1, который построили в институте в 1963 году, в наше время данный объект находится в музее ИЯФ, как выставочный. Это одно из значимых достижений института, он является первым и единственным за всю историю коллайдером, в котором циркуляция и столкновение пучков производились в вертикальной плоскости. Также была учтена цветовая палитра района, ее составляют зеленые деревья и здания в серых, красных и желтых оттенках. Чтобы не перенасыщать композицию цветом, было решено использовать натуральный цвет металла с зеркальным напылением, которое отражает окружающую среду, делая её более футуристичной.

Арт-объект был спроектирован так, что только при взгляде на него с фронтальной стороны все его части создавали цельную фигуру. Этот эффект достигается за счет того, что он разделен на отдельные части. Они располагаются на таком расстоянии друг от друга, что между ними может пройти человек. В центре находится столб, к которому крепятся светодиоды, они являются отсылкой к частицам, при столкновении которых в коллайдере происходит выброс энергии.

Те элементы, которые важны для восприятия, находятся выше 100 см, при общей высоте в 210 см, что не испортит общий вид даже при

выпадении осадков. Также была убрана нижняя окружность, присутствующая в ВЭП-1, которая могла бы быть скрыта снегом.

Также, с учетом климатической зоны был выбран материал. Это нержавеющей сталь марки AISI (430,304,316), она является невероятно прочной, износостойкой, устойчивой к механическим повреждениям и погодным условиям, также имеет повышенный срок эксплуатации материала и приемлемое соотношение цены и качества.

В дизайне объекта используется qr-код, который является ссылкой на дополненную реальность. Через него в окружающую среду проецируется изображение коллайдера, информация о нем и о музее ИЯФ, где он располагается на данный момент, который можно посетить как место для времяпровождения.

Таким образом, при проектировании арт-объекта были учтены пожелания жителей Академгородка и проблемы, которые может принести с собой климат Сибирского региона, в виде осадков и перепадов температур.

#### **Список литературы:**

1. Розенсон И. А. Основы теории дизайна: учебник для вузов / И. А. Розенсон. Санкт-Петербург: Питер, 2013. 256 с.
2. Арнхейм Р. Г. Искусство и визуальное восприятие / Р. Г. Арнхейм. Москва: Архитектура-С, 2007. 392 с.
3. Аронов В. Р. Дизайн и искусство / В. Р. Аронов. Москва: Знание, 1984. 64 с

## **ОСОБЕННОСТИ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ РЕПРЕЗЕНТАЦИИ БИБЛЕЙСКИХ СЮЖЕТОВ В ТВОРЧЕСТВЕ Н. Н. ГЕ**

А.И. Климовец, Е.Е. Тихомирова  
ФГБОУ ВО Новосибирский государственный педагогический  
университет  
klimovets\_alena@mail.ru

*Работа посвящена изучению особенностей репрезентации сюжетов «Страсти Христовы» в живописи Н. Н. Ге, сформированной под влиянием изменения религиозно-философских представлений в России конца XIX – начала XX века. Исследование выполнялось с опорой на герменевтический и семиотический методы, использованные для создания целостного понимания текста в контексте культуры.*



*Ключевые слова: библейские сюжеты, библейские мотивы, религиозный образ, евангельские сюжеты, русская культура, философско–моральная проблематика.*

Все исторические изменения так или иначе находят свое отражение в сознании светской культуры, которая в свою очередь так или иначе обращается к религиозным идеям, актуальным для конкретного исторического периода. Отношение к репрезентации религиозных образов в культуре до сих пор остается неоднозначным. В свою очередь изучение творчества представителей живописи рубежа XIX – XX вв. даёт возможность провести анализ значения религиозного феномена и его воплощения в культурных, философских и религиозных исканиях того периода. Объектом исследования данной работы является живописное творчество Н. Н. Ге, предметом исследования: репрезентация библейских мотивов в творчестве Н. Н. Ге.

Вокруг заявленной темы сложилась неоднозначная историографическая ситуация. С одной стороны, имеется большая база исследовательской литературы, как в России, так и за рубежом, однако имеет место быть скудность теоретических выводов и культурологическая обобщенность. Преимущественно изучение этого времени велось искусствоведами и литературоведами. Намного позже неотъемлемой частью этого времени была признана религиозная философия, соответственно это дало возможность расширить круг исследований интеллектуально–творческого наследия. Однако на данный момент всё ещё не сложилось целостной картины, которая могла бы полностью воссоздать культурный облик эпохи.

Самостоятельную страницу в творчестве Н. Н. Ге составляют произведения, обращенные к сюжетам «Страстей Христовых», в которых художник обращается и переосмысливает религиозные каноны православия. Одной из особенностей авторского подчёрка являлось наделение образа не столько религиозным смыслом, сколько неким воплощением «высокоморального передового человека» [1, с. 119]. Сам художник не считал себя верующим человеком, что оказало влияние на изменения восприятия религии. Чем чаще художник обращался к евангельским сюжетам, тем больше его художественные образы приобретали всё более «реальные, человеческие черты, в какой–то степени утрачивая возвышенную красоту облика» [2, с. 170]. Обращаясь к религиозным сюжетам художник находится в поисках новых осмысленных способов живописного выражения, на основе чего появляются произведения акцентирующие свое внимание не столько на моментах библейского чуда, сколько на передаче его томительного

ожидания, или на событийном контрасте сотворения чуда и течения обычной жизни человека.

Было установлено, что Библия и православные традиции в целом оказывают огромное влияние на развитие русской художественной культуры. Через данную традицию в русской культуре сформировались основные мировоззренческие установки. По-своему преломляя сказания Святого Писания, художник облачают их в характерные живописные образы. Библейские сюжеты переосмысливаются, но их сакральный смысл остаётся неизменным [2, с. 167]. Для Н. Н. Ге обращение к Библии выражает идею связи времен и преемственности культур, там он черпает вдохновение и проводит аналогии между библейскими событиями и исторической ситуацией своего времени. Анализ библейских мотивов на основе отдельных произведений дал возможность отметить тенденцию изменения и усложнения мотива как характерную особенность. Художественные произведения, посвященные сюжетам «Страстей Христовых» наполнены острым социальным смыслом. В них на первый план выносятся философско–моральная проблематика. Прежде всего художника волнуют идеи самопожертвования, добра, справедливости, то есть в первую очередь моральной, а не религиозной стороны вопроса.

В ходе анализа работ Н. Н. Ге основополагающим был выявлен образ Иисуса Христа, в осмыслении духовных приоритетов воздвигнутый художником в ранг с наивысшей ценностью. Культурная ситуация изучаемого периода являет Христа абсолютно реальным человеком, и прежде всего философом. Произошедшие социокультурные изменения в XIX – начале XX вв. в обществе привели не только к пересмотру в среде интеллигенции господствовавших духовно–этических ценностей, но и к трансформации религиозного искусства. Д. В. Сарабьянов отмечает, что библейские сюжеты были «отброшены на периферию живописного искусства», они «приобрели чисто исторический или историко–бытовой характер»; акцент теперь сместился на показ нравственной проблематики зачастую «с помощью метафоры, ассоциации» [3, с. 17]. Однако, невзирая на это культовые образы не только не ушли из искусства, а, напротив, расширили сферу своего влияния.

### **Список литературы**

1. Вагнер Г. К. В поисках истины. Религиозно–философские искания русских художников, середина XIX – нач. XX в. – М.: Искусство, 1993. – 176 с.
2. Порудоминский В. И. Николай Ге. – М.: Искусство, 1970. – 330 с.

3. Сарабьянов Д. В. История русского искусства конца XIX – начала XX века. – М.: Издат. МГУ, 1993. – 320 с.

## ДИЗАЙН АВТОНОМНО-ОБИТАЕМОГО МОБИЛЬНОГО ОХРАННОГО КОМПЛЕКСА

Е. С. Колосова, Д. И. Колесникова, М. В. Таубе  
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и  
искусств им. А. Д. Крячкова, katherinekolosova@gmail.com

*Обеспечение безопасности и защиты имущества актуальная тема, ведь, к сожалению, даже в современном мире техника не полностью справляется с поставленной задачей. Вопрос сохранности собственности становится задачей первостепенной важности, в первую очередь, для представителей самых разнообразных предприятий. В статье рассмотрен дизайн автономно-обитаемого мобильного охранного комплекса, его назначение, конструктивные особенности, отражение статусности компании. Показана возможность изменения конструктивных элементов для повышения эффективности эксплуатации.*

*Ключевые слова: безопасность, охранный комплекс, дизайн, наблюдение, сборная конструкция.*

Сохранность имущества, безусловно, важна для каждого человека. И есть множество способов обеспечить её.

Например, многие государственные и частные объекты снабжены системами видеонаблюдения, которые применяются при охране периметров, контроля поведения посетителей, производственных процессов и многих других областях; однако присутствие человека всё ещё является необходимостью. Сотрудник обязан выполнять длительное наблюдение за объектом, и обслуживать своё рабочее место. [1]

Рынок охранных объектов огромен. От малогабаритных постов охраны с одним небольшим окном до двухэтажных модульных охранных пунктов с панорамными окнами.

Посты охраны классифицируются по нескольким признакам: расположение, способ функционирования, режим работы.

Расположение — охранные пункты бывают внутренними и наружными. В первом случае они устанавливаются непосредственно на

территории охраняемого объекта. Как правило, такие конструкции размещаются внутри здания и располагаются сразу за входной дверью. В перечень задач, выполняемых наружными постами охраны, также входит ведение наблюдения за прилегающим участком.

Способ функционирования — по данному параметру выделяют обходные и стационарные охранные пункты. Первый тип предусматривает передвижение сотрудника частного охранного предприятия по территории и патрулирование объекта в соответствии с установленным графиком и распорядком. Во втором случае предполагается постоянное пребывание охранника на посту.

Режим работы — охранный пункт может работать круглосуточно или на временной основе. Это регламентируется спецификой деятельности предприятия. Во многих организациях посты охраны функционируют только в рабочие часы. [2]

Многие предпочитают охранные комплексы с малой площадью, так как размещать такой объект на территории удобнее и стоимость, соответственно, меньше. Однако, в таком помещении довольно малый угол обзора охраняемой территории, не предусмотрено комфортное нахождение сотрудника в любое время года, а также по внешнему виду (без опознавательных знаков) почти невозможно определить назначение данного объекта. [3]

Для решения этих проблем было выполнено исследование и разработан автономно-обитаемый мобильный охранный комплекс. Были введены или изменены следующие параметры: возможность транспортировки, вандалоустойчивость облицовочных панелей, возможность использования во все климатические сезоны, эстетический внешний вид.

Конструкция комплекса поставляется в сборном виде. Навесное охранный оборудование крепится непосредственно после сдачи в эксплуатацию объекта. Может производиться замена этого оборудования, а также уменьшение или увеличение количества единиц охранного оборудования в зависимости от задач объекта. Инженерное оборудование имеет альтернативные варианты: генератор, либо внешние подключаемые электрические сети электроснабжение.

Конструкция состоит из металлического каркаса, стеновых и потолочных панелей из стеклопластика с утеплителем.

Основания представляет собой сварной металлический каркас из стали, имеющий утеплитель, наружную и внутренние обшивки, между которыми расположен теплоизоляционный слой. Крепление основания к стенам полностью герметично.

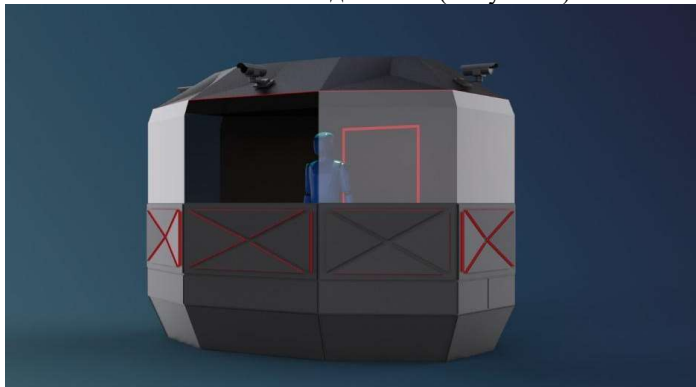
В качестве теплоизоляции используется минеральная вата, толщина которой будет зависеть от расчетных температур наружного воздуха в районе эксплуатации здания.

Все элементы каркаса выполнены с антикоррозионным покрытием, лицевые части каркаса окрашены.

Крыша выполняется из утепленного стеклопластика, на ней размещены видеооборудование, антенны, прожекторы и т.д. Оборудование крепится на профиль.

Под нижними панелями находится генератор, также имеются съемные панели, в одной из которых, слева от двери, вентиляционное отверстие на задней стороне корпуса.

Объект оснащен панорамными окнами, рельефными полигональными панелями с подсветкой (Рисунок 1).



*Рисунок 1 — Автономно-обитаемый мобильный охранный пункт*

Стены негорючие ЛДСП или МДФ, пол - износостойкий линолеум  
Оконные блоки из теплоизоляционных тонких профилей черного цвета, с остеклением двухкамерным стеклопакетом. Окна снабжаются жалюзи (рулонные).

Наружные дверные блоки металлические, с утеплением.

Таким образом, дизайн и конструкция автономно-обитаемого мобильного охранного комплекса повысили комфорт пребывания сотрудника, удобство транспортировки, при этом сохраняя эффективность наблюдения, а также улучшили эстетический вид.

### **Список литературы**

1. Воронова В. А., Тихонов В. А., Технические средства наблюдения в охране объектов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2011. – 184 с.

2. Установка поста охраны в помещениях. [Электронный ресурс] // "АвтоМастер". URL: <https://goload.ru/ustanovka-posta-ohrany-v-romescheniyah/> (дата обращения: 07. 05. 2022).
3. Михайлов Ю.М. Настольная книга руководителя службы охраны труда. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 216 с.

## МЕТОДИКА ИНТУИТИВНОГО ИЛИ ПРАВОПОЛУШАРНОГО РИСОВАНИЯ

П.Е. Михайлова  
НГУАДИ, [pollina635@gmail.com](mailto:pollina635@gmail.com)

*Любой вопрос, который касался бы творчества имеет несколько ответов, порой диаметрально противоположных. Существует ли дар к какой - то деятельности у человека с рождения? Любой может создать шедевр? Неужели рисовать дано не каждому? Эти и другие вопросы обязательно прозвучат из уст студентов художественной академии или университета на лекциях по философии. На некоторые сложно ответить кратко и не вдаваясь в полемику. Но, можно с уверенностью сказать, что любой из нас может начать рисовать.*

*Ключевые слова: интуитивное рисование, правое полушарие, навык рисования, Бэтти Эдвардс*

Давайте приступим с самого начала. Откуда появилось интуитивное рисование? Этот метод появился в 1970х и был описан в книге «Художник внутри вас» американским преподавателем искусств и доктором наук Бетти Эдвардс. На самом деле мозг поделён на два полушария, одно отвечает за рациональность, а второе за креативность.

Правое полушарие всегда работает, когда мы, например рисуем. Если оно работает всегда, тогда зачем нам этот метод? А вот, с возрастом всё сильнее своё влияние оказывает рациональная часть мозга, именно она не даёт нам начать заниматься чем-то новым. Многим известен страх белого листа, когда хочешь порисовать или что-то написать, то впадаешь в ступор, сразу появляются в голове мысли «я всё испорчу», «а что нарисовать». Тут как раз наше левое полушарие и даёт о себе знать. Со страхом, приведённым мной, справляются по-разному. Кто-то переворачивает первый лист оставляя его последним, кто-то перебарывает себя, а после вырывает неудачный рисунок, а кто-то даже не начинает, оставляя на потом. Дети же рисуют, не задумываясь о том получится у них или нет, главное сам процесс, то, как красиво легли

краски, необычно смешались цвета, не закликаясь на построении формы и деталях.

В книге Бетти Эдвардс так же рассказывается о том, что необходимо для подавления левого полушария мозга во время творческой работы. Всего в книге описано пять базовых навыков и двух тренировочных.

#### **Базовые навыки:**

1. Восприятие краёв
2. Восприятие пространства
3. Восприятие соотношений
4. Восприятие света и тени
5. Восприятие целостного образа или гештальта

#### **Тренировочные навыки:**

1. Рисование по памяти
2. Рисование при помощи воображения

Давайте по подробнее остановимся на упражнениях и сравним данный метод с арт-терапией. Я приведу три упражнения, которые я так же опробовала на себе. Перед началом лучше воспользоваться советом из книги Бетти Эдвардс – сделаем 3 предварительных рисунка. Это необходимо для понимания нашего прогресса в будущем. Для этого возьмите лист бумаги и поставьте дату.

1. Нарисую человека, в полный рост или по пояс не имеет значения, это можете быть вы через зеркало или кто-то из друзей.

2. Будем рисовать свою руку, если вы правша, то берите левую и на оборот. Рука может находиться в любом положении.

3. Нарисуйте предмет или группу предметов, это кружка или стол и стулья.

После того как вы все нарисовали, переверните лист и напишите свой комментарий о рисунках.

Теперь, когда мы подготовились, можно начать выполнять упражнения.

#### **Упражнения:**

1. **Кверху ногами.** Суть упражнения заключается в выборе рисунка, состоящего в основном из линий, который мы переворачиваем, после чего стараемся перерисовать, двигаясь постепенно, словно собирая мозаику. Тут не сработает метод рисования крупных объектов и уже в них прорисовывать мелкие. Здесь как раз таки и срабатывает правое полушарие, перед нами предстала необычная задачка, к которой рациональный мозг не было готов.

2. **Контурное рисование.** Необходимо приклеить лист бумаги к столу. Одну руку вы кладете на колени и плотно прижимаете пальцы друг к другу. Ваша задача одновременно смотреть на руку, что на

колени и рисовать ее контур не отрывая взгляда. Вы должны достичь синхронизации зрения и руки с карандашом.

3. **Видоискатель.** Достаточно интересное упражнение, которое требует рамку со стеклом или с прозрачным пластиком. Вам необходимо выбрать какой-то объект и нацелиться на него через нашу рамку, закрепляем рамку и с помощью маркера перерисовываем то, что видим через стекло, при этом закрываем один глаз чтобы картинка не расплывалась. Теперь необходимо перевести получившийся результат со стекла на лист бумаги по линиям как в 1 упражнении.

На самом деле упражнений можно найти и больше, но это самые известные. Главная задача, что стоит перед этими упражнениями – научиться видеть мир и рисовать его, не опираясь на стереотипы того, как он должен выглядеть.

Изучив вопрос интуитивного рисования, невольно приходит мысль о многих известной арт-терапией. Ведь если посмотреть на упражнения и на характер работы, то это совершенно одинаковые методики призванные развивать творческий потенциал в человеке. Вот только на самом деле арт-терапия закладывает в себе иную цель – дать человеку выплеснуть свои эмоции, развить самопознание и гармонизировать в целом психическое состояние. В данной сфере больше идет работы над психикой и эмоциями. Творчество – лишь способ самовыражения.

Всё же главным принципом метода интуитивного рисования – это наслаждение процессом, отбросить анализ, не думать о том похоже или нет. В какой-то степени нужно стать ребёнком, что открыл для себя новый, дивный мир красок, как говорил Пабло Пикассо: «Я мог бы рисовать как Рафаэль, но мне понадобилась вся жизнь, чтобы научиться рисовать как ребенок».

Работает ли данный метод или нет, можно спорить вечно. Мне лично доставило удовольствие проработка некоторых упражнений. Но кто-то настроен скептически, утверждая, что пресловутое правое полушарие и так работает во время творческого процесса, а всё это лишь раскрученный маркетинговый ход, заставляя людей покупать не нужные и бестолковые курсы и книги, что ничему не научат. Другие же утверждают, что это совершенное невероятный метод, что даст выплеснуть эмоции и по-новому взглянуть на себя и свою деятельность, по-настоящему ощутить свободу творчества.

Почему же этот метод столь сильно стал популярен? Конечно, виной всему интернет и в какой-то степени мода на нестандартное самовыражение, не стоит упускать из виду влияние психологии, для многих это стало способом снятия стресса и работы над собой и своими



эмоциями. Для людей, связанных с творчеством, этот метод помогает поймать вдохновение, попасть в состояние потока, поиск новых форм и идей.

### **Список литературы**

1. 4italka.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.4italka.ru/spravochnaya\\_literatura\\_main/iskusstvo\\_i\\_dizayn/185599/fulltext.htm](https://www.4italka.ru/spravochnaya_literatura_main/iskusstvo_i_dizayn/185599/fulltext.htm). – Дата доступа: 08.05.2022.
2. Value - psychology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://value-psychology.com/pravopolusharnoe-risovanie-metodika-tehniki-i-uprazhneniya/>. – Дата доступа: 08.05.2022.
3. wikipedia [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D1%82-%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%8F>. – Дата доступа: 08.05.2022.
4. ny school [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nyblog.ru/pravopolusharnaya-zhivopis-cto-eto-za-metod/>. – Дата доступа: 08.05.2022.
5. artlab.club [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artlab.club/teeshoom/pro-intuitivnoe-risovanie-ili-kak-risovat-ne-umeya-risovat.html>. – Дата доступа: 08.05.2022.
6. Жизнь интересно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://interesno.co/myself/8a259e288b4c#:~:text=%D0%92%C2%A0%D0%B8%D0%BD%D1%82%D1%83%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D0%BC%20%D1%80%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8,%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%D0%B8C2%A0%D0%B6%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B8>!. – Дата доступа: 08.05.2022.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СВЯЗИ С ГОРОДОМ В РАМКАХ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА «СБОРНИК СТИХОВ О НОВОСИБИРСКЕ»**

У.С. Николаева, В. Н. Курилов  
ФГБОУ НГУАДИ, [ulyana.nikolaeva.20@gmail.com](mailto:ulyana.nikolaeva.20@gmail.com)

*В статье анализируются причины негативного восприятия Новосибирска как мегаполиса жителями города и предлагаются*

*способы и приемы формирования эмоциональной связи с урбанистическим пространством (интерактивная книга, дрейф, синтез искусств, мобильное приложение, стимуляция собственного творчества), которые рассмотрены на примере готового продукта дипломного проекта – сборника стихов новосибирских поэтов о Новосибирске.*

*Ключевые слова: эмоциональная связь, городское пространство, урбанистика, психогеография, печатное издание, поэзия, Новосибирск.*

Городская среда предполагает не только организацию физического пространства, но и выстраивание эмоционального фона города. Ольга Симонова, социолог эмоций, пишет о том, что для жителей города свойственна «когнитивная нагрузка, рациональность и инструментальная ориентация», которые приводят к базированности или равнодушию к городу [1]. На данный момент люди тратят свои эмоции на поддержание благополучия торгово-рыночных отношений, забывая о создании своих собственных отношений с городом. Визуальный шум и несогласованный дизайн-код города вызывают у жителей когнитивную и сенситивную перегрузку. Город становится слишком трудной задачей для мозга: ему, с одной стороны, необходимо быстро реагировать на раздражители и обрабатывать получаемую информацию, с другой – мозг старается экономить энергию, поэтому ему легче упростить или усреднить какие-то вещи. Это приводит к тому, что образ города «уплощается» и упрощается, схематизируется. В результате появляется шаблон восприятия города – «серый город Новосибирск». Из-за обилия визуального шума возникает своеобразная защита мозга – притупленность эмоций вследствие пресыщения информацией и, как следствие, безразличие к городу и невнимательность к деталям и цвету.

В рамках нашего исследования мы предложили 25 опрошиваемым назвать два-три слова-«якоря», которые отражают суть Новосибирска. Каждый третий участник упоминает слово «серый». А отвечая на вопрос «Есть ли желание жить в Новосибирске длительное время?», приблизительно 80 % выбрали вариант «уехать из Новосибирска». Данные этого исследования говорят о том, что устройство городского пространства действительно связано с формированием эмоциональной связи с городом и в случае Новосибирска является одной из причин оттока жителей за его пределы. По статистике население Новосибирска за 1985 г. составило 1, 421 млн жителей [2], а в 2022 году – 1, 620 млн [3], что показывает совсем незначительный прирост за столь длительное время.

Городское пространство часто определяет цели и действия его жителей. Ранее мы говорили о формировании «неэмоционального капитализма», когда действия горожан продиктованы рыночными отношениями. Но, помимо этого, схематизм восприятия жителями города урбанистического пространства связан с доминированием «банально-бытовой связи» с городом. Она проявляется в ограничении перемещений по нему, воспоминания жителей и их ассоциации зачастую довольно ограничены и скудны. Перемещения людей стали прямолинейными и целенаправленными: работа-дом-магазин. Маршруты из точки А в точку Б, никакой спонтанности и игры, формирующих эмоциональную привязанность к городу.

В своем исследовании мы рассмотрели способы и приемы, нацеленные на ее реализацию. Одним из таких средств формирования такой связи с городом является созидательно-игровое поведение и интерактивность во взаимодействии с городом как непосредственно, так и через носители информации о нем. «Психогеография – это игровая сторона современного урбанизма» [4]. Ги Дебор говорит о необходимости создания нового объективного видения пейзажа – более чувственного и эмоционального в противовес индустриальному и плановому. Этот подход актуален как для жителей города, так и для туристов. И те, и другие часто используют схематизм в движении по городу, поэтому всем полезно найти свой уникальный способ взаимодействия с ним. Но важно помнить, что разница между спонтанными блужданиями по улицам и психогеографией – в осознанности и творчестве.

Игровая форма, спонтанность и интерактивность создают чувство причастности и неравнодушия к городу, создают положительные эмоции по отношению к нему и новые нейронные связи, позволяющие зафиксировать это в мозге. Дрейф, как одно из явлений, связанных с психогеографией – хороший способ узнать город в новом свете. На примере дипломного проекта представляются возможными разные формы интерактивности и создания эмоциональной связи: в печатную и мобильную версию будут встроены различные советы прогулок по городу, основанные на таком явлении, как «дрейф».

Мобильная версия сборника крайне важна: появляется возможность перейти от субъективного восприятия пространства к объективному через сопоставление комментариев и отзывов о нем. У людей появляется возможность обмениваться впечатлениями, что будет способствовать его развитию и улучшению качества жизни в нем.

Но можно предложить не только реальную прогулку по городу, но и взаимодействие с городом через интерактивную печатную версию

книги. Популярные сейчас нестандартные макеты позволяют взаимодействовать с читателем, усиливая восприятие на органы чувств, продлевают чтение книги, создают новый опыт и ощущения. В игровой форме информация легче усваивается. Такие издания выделяются на полке, лучше запоминаются и чаще дочитываются до конца. В ходе нашего исследования и разработки макета трансформирующегося сборника стихов о Новосибирске, мы выделили элементы, которые позволяют сделать такой макет:

1. Использование полупрозрачных страниц.
2. Использование цвета.
3. Интерактивные элементы

Эмоциональная связь с локусом может формироваться через искусство. «Привязанности» к Новосибирску часто нет из-за отсутствия объемной информации о нем (истории, характере, уникальности) в медиа и искусстве. Они же, в нашем случае – поэзия и иллюстрации, могут изменить ситуацию, сделав Новосибирск ближе. В сборнике, кроме печатной версии, будет и интерактивная с возможностью создать и свое стихотворение, что позволит читателю отразить прочитанное и укрепить привязанность к городу.

Таким образом, формирование эмоциональной связи с городом чрезвычайно важно для людей, находящихся в нем. Городская среда оказывает очень сильное влияние на эмоциональный фон жителей и туристов, но, помимо урбанистического пространства, есть и другие факторы, способствующие изменению отношения к городу – это искусство о нем и новые способы восприятия пространства, а если возникает чувство причастности к городу, то желание изменить его в лучшую сторону будет дальнейшим шагом.

### **Список литературы**

1. Ольга Симонова о связи эмоций и города [Электронный ресурс]. — URL: <https://gorod.hse.ru/sourban/news/364607449.html> (дата обращения 31.03.2022).
2. Российский статистический ежегодник. Госкомстат, Москва, 2001. – 7 с.
3. Численность постоянного населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2021 года, 2021. – 1 с.
4. Психогеография / Ги Дебор. — М.: Ад Маргинем Пресс, 2017. — 112 с.

## АНАЛИЗ ТВОРЧЕСТВА СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ КОМИКТИСТОВ

А.С. Никулина, М.Г. Нечаев

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна  
и искусств имени А.Д. Крячкова, puhlyago@gmail.com

*В целях анализа состояния современного российского комикса рассматриваются работы и стили некоторых наиболее известных авторов.*

*Ключевые слова: комикс, иллюстрация, графика, стиль, российские комиксы.*

Комиксы — одно из самых выдающихся явлений культуры XX века. Выдумывание историй про супергероев и предстоящая их отрисовка — это действительно настоящее искусство. Однако, находясь такие люди, которые считают комиксы очень обычной и неглубокой формой искусства, и не оценивают их по достоинству. Но в действительности эти «истории в картинках» образуют большой пласт в современной поп-культуре, а их создателей любят и уважают по всему миру.

Принято считать, что комикс - сугубо зарубежное явление, поскольку каждый из нас знает известные американские комиксы про супергероев, японские комиксы - мангу, корейскую манхву, китайские манхуа и т.д., однако это не совсем верно. Если мы обратимся к истокам, то узнаем, что формат истории, рассказанной в нескольких картинках, зародился ещё в допетровские времена – этот тип изображения возникал в житийных иконах, а впоследствии широко использовался в русском лубке. В конце XIX века короткие комиксы, шаржи и гравюры появились в детских и юмористических журналах. В советское время комиксы активно использовали для создания агитационных и даже рекламных материалов. Многие наверняка помнят комиксы, появлявшиеся в «Мурзилке» и «Весёлых картинках».

По этой причине российский комикс — это уникальное явление в искусстве, не похожее на что-либо. Лучшее в работах наших соотечественников — это нежелание стать импортзамещением супергероев американских продуктов или утонченных героев комиксов азиатских стран. Комикс стал для российских авторов мощным инструментом самовыражения.

Когда мы говорим о российском авторском комиксе, на ум сразу приходит Маша Богатова, под псевдонимом Minava - художница-комиксистка, автор таких работ, как "Габитус", "Поиск" и др.

Наверное, многие авторы, когда берутся за свой первый комикс, хотят ориентироваться на кого-то успешного, будь то японский автор или американский, однако это не про нашу героиню.

Неповторимо оригинальный стиль - простые формы и яркие цветовые сочетания, необычная, в наш век современных технологий, техника изображения традиционными материалами (карандаши, пастель, гуашь) - про её работы. Такого нельзя найти в американских комиксах про супергероев или японской манге, это нечто самобытное, созданное под влиянием чувств и желаний.

Рассмотрим стиль Маши работ на примере комикса "Хроники Мишки".

Она использует пастель, выбирая контрастные цвета, выделяя кадры яркими цветами, оставляя в них белый фон, чтобы читатель мог сам додумать обстановку, представить, что он находится прямо в месте, где происходят события с героями. В комиксе о Мишке, как во многих других работах Маши, героями являются люди, но в образе животных. Они имеют те же привычки, тот же язык, те же чувства, они - это мы.

Автор погружает нас в образность, мы тонем в воображаемых звёздах и наслаждаемся чудесной концовкой произведения. Работа "Хроники Мишки" хороша своей целостностью и образностью, она заставляет нас чувствовать и воображать, что бесконечно ценно.

Сообщество комиксистов России достаточно дружное, поэтому рассказав о творчестве Маши Богатовой, хочется сказать и о Дане Удобном. Даня - также художник-комиксист, автор глубокого комикса "Со мной", который состоит из трех историй, сейчас занимается созданием коротких диджитал-комиксов, которыми делится в своих социальных сетях.

Самой известной работой Удобного, что пошла в тираж и разлетелась по нашей стране, стал сборник "Со мной", в который вошли комиксы "Я хочу быть космонавтом", "Грипп Яппи", "Ветер умер".

Именно этим эта работа интересна, можно отследить развитие стилистики автора, читая сборник. Он выполнен в черно-белой цветовой гамме. Первый комикс нарисован традиционными материалами, обилён текстурами, линии живые, а формы достаточно нервные. Эти же особенности повторяет стилистика второго комикса.

В работе "Ветер умер" Даня меняет подход: он выполняет комикс в компьютерной программе. Герой обретает формы и пропорции и уже не

меняет их из кадра в кадр, текстуры становятся более лаконичными, а линии более спокойными.

Однако, несмотря на такие отличия в комиксах, их всех объединяет главный герой и глубокий смысл. Первая история, на мой взгляд, самая трогательная из всех. Она про космос внутри нас, про чувства и мысли. Хочется провести аналогию с работами нашей первой художницы. Авторы не боятся показывать своих героев настоящими, делать их такими, чтобы читатель мог проявить эмпатию по отношению к ним, поставить на их место себя и прочувствовать все, что ощущают герои. Думаю, именно это позволяет нам назвать комиксы российских авторов настоящими искусством.

Российские авторы часто обращаются к важным социальным темам. Например, Аня Консерва - одна из самых известных иллюстраторов и блогеров России, в своём комиксе "Дора" рассказывает несколько историй о жизни девочки-подростка.

Здесь поднимаются табуированные в обществе тема менструаций, психологического здоровья, затрагивается проблема неправильного восприятия себя.

Несмотря на то, что главные герои - подростки, комикс повествует о серьёзных и актуальных проблемах, с которыми сталкивается преимущественное большинство людей. То же можно сказать и о комиксе "Антисоциальный клуб" Елены Маликовой, известной в сетях под псевдонимом Сероглазка или Greyes.

Насилие, травля, обесценивание проблем и другие серьёзные темы Елена затрагивает в своей дебютной работе. Автор использует необычные цветовые сочетания, помощью которых мы можем отслеживать эмоциональное состояние героев, например в начале комикса используются тусклые фиолетовые и голубые цвета, так как героиня только перевелась в новую школу, она чувствует себя одинокой, но вскоре у неё появляются друзья, а цвета изображений становятся ярче и теплее, будто появляется что-то родное.

"Антисоциальный клуб" - комикс, который действительно заслуживает внимание публики так же, как и все перечисленные ранее.

Таким образом, российские комиксы и их авторы уникальны и не повторимы, пусть даже существует множество тех, кто старается быть в своей стилистике похожими на зарубежных.

Поднятие серьёзных социальных тем, разнородная стилистика, традиционные техники исполнения, глубокие смыслы — все это и не только описывает их. Наши авторы не боятся выражать свои мысли и чувства, они стараются дать нам их ощутить, прожить вместе с героями их работ, и, на мой взгляд, у них это отлично получается

## Список литературы

1. Богатова М., Хроники Мишки. – М.: КомФедерация, 2019. – 120 с.
2. Даня Удобный, СОМНОЙ. – М.: Бумкнига, 2016. – 176 с.
3. Смирнова А., Дора. – М.: КомФедерация, 2018. – 64 с.

## ОПТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

Е.Д Печенкина

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова,  
[pechenkinaekaterinadm@mail.ru](mailto:pechenkinaekaterinadm@mail.ru)

*Оптический дизайн - это одна из областей предметного дизайна, включающая в себя разработку оптических изделий. Очки человек использует в различных направлениях.. На сегодняшний день сфера оптики активно развивается, очки теперь не просто носимый аксессуар, имеющий только одну функцию защиты, это неотделимый предмет гардероба, который помимо своей изначальной функции защиты, несет имиджевую составляющую.*

*Ключевые слова: оптический дизайн, форма, универсальность, необычное, практичное.*

Оптический дизайн в последние годы становится одним из самых быстро развивающихся направлений, проводятся исследования, внедряются новые технологии, выпускаются журналы, освещающие мир оптического дизайна. Такая тенденция не случайно прослеживается в мире, очки, как предмет гардероба, начинают нести не только защитную функцию, они передают видение мира конкретного индивида, в зависимости от внешних цветовых, конструктивных, формообразующих или технологичных решений. Смотри на человека в очках можно определить каковы его сферы интересов, какой идеологии он придерживается, что его вдохновляет. Именно поэтому, сегодня, так важно уделять пристальное внимание созданию разнообразных стиливых решений, особенно сейчас, когда кастомизация является трендом мирового рынка.

Изобретение очков считается важным шагом вперед в культурной истории человечества: неожиданно люди, страдавшие от нарушений



зрения и не имевшие возможности играть активную роль в повседневной жизни, смогли дольше учиться, обогащать свои знания и передавать их другим. Великий римский оратор Цицерон (106-43 гг. до нашей эры) жаловался на то, как неудобно содержать рабов, которые громко читали тексты. Также можно вспомнить особое оптическое устройство, созданное императором Нероном (37-68 гг. нашей эры): он следил за своими любимыми гладиаторскими боями с помощью прозрачного зеленого камня, надеясь, что свет вылечит его глаза. Данное убеждение продержалось до 19го века. «Солнцезащитные очки» того периода имели зеленые линзы и надевались даже в помещениях. [1]

Современные очки сохраняют баланс между модным, имиджевым аксессуаром и защитой от солнца. Сегодня практически каждый понимает важность защиты глаз от ультрафиолета не только в солнечную погоду, но и в пасмурных условиях. Поэтому иметь несколько солнцезащитных очков с разной степенью затемнения – норма для многих людей, которые заботятся о своем зрении. [2]

Изучив современный рынок, выявила проблему геометрии форм и отсутствие яркой универсальной формы на каждый день. Чаще всего на рынке более простые и упрощенные унифицированные модели. Все существующие формы округлые, минималистичны и заурядной формы. Различия наблюдаются лишь цветовой гаммой. На рынке так есть слишком яркие, более относящиеся субкультуры обществам. Другие же склоняются к индизированным моделям, которые далеко не всем подойдут своей формой. Но потребитель хочет выделяться из толпы своим аксессуаром. Появляется спрос на ту модель, которая будет создавать брутальный образ или на оборот придавала статусный вид, в зависимости от сочетания образа одежды. Форма, которая всем запомнится, но при этом остается быть сдержанной и не вызывающей.

На основании этих исследований я выдела плюсы и минусы и предлагаю свою форму, что восполнить пробелы по спросу на рынке.

Таким образом, я предлагаю свою коллекцию очков, созданную за счёт резкой угловатости и геометрии. Как мы заметили, практически все формы создаются по образу глазной впадины, что смотрится естественным и гармоничным, взята как главная концепция создания формы. В каждой модели эта задача выполняется по-разному, но при этом сохраняется образ. Особенность данной формы не сильно будет перетягивать на себя внимание и при этом будет подходить под любую форму лица. Данные модели будет подходить по любой образ в повседневной жизни. Будь этот поход на какое-либо мероприятие или прогулка. На любой возраст и пол.

Рассмотрим каждую модель отдельно. Все модели представлены на рисунке 1.



*Рисунок 1 – Модели*

Первая модель подобна «леннонам» только линзы немного уменьшены от оригинала. Размером глазного яблока. Декоративная деталь находит с внешних сторон линзы в виде половины неправильного восьмиугольника. Внутренняя сторона без ободка, где мостик крепиться на линзу.

Вторая модель формирует форму угловатого, незамкнутого знака бесконечности. Линзы имеют форму правильного шестиугольника. Планки и привычного нам мостика нет. Функцию мостика выполняет декоративный элемент цельной формы ободка. На не замкнутые кончики крепятся носоупоры.

Третья модель более спокойного плана, но концепция угловатости сохраняется. Данная модель предусматривалась для более спокойного, в плане имиджа, потребителя. Внешний край оправы более чаще создает углы, как бы уточняя края глазной впадины. С внутреннего верхнего края идут закругления, а низ оставляет за собой углы.

Тонировка линз всех трех моделей черная градиентная, от черного к прозрачному. Градиентная тонировка оптимальна тем что глаза в таких линзах не будут уставать, и не будут сильно затемнять обзор. Поверхность матовая, для того что бы поверхность размывала блики.

Цветовая гамма исключительно черного цвета. Коллекция будет выглядеть утонченной и изысканной, поэтому материалы данных изделий будут пластик и металл. Оправа будет не толстой и не тонкой, поэтому лучшим вариантом для эксплуатации будет металлической. Кроме третьей модели. Верхние края ободка массивнее и в данном случае лучше будет использовать пластик.

### **Заключение.**

Данная коллекция отличается особенностью формы, созданная за чет ломанных линий, тем самым подчеркивая брутальный образ мужчины, но при этом очки не выглядят банальными. Подходит под любую форму мужского лица. Тональность линз подобрана лаконично, так что бы не сильно затемняло, но при этом защищало от солнца.

### **Список литературы:**

1. Новиков, С. А. История очковой и контактной коррекции зрения: две тысячи лет от изобретения линз до появления очков / С. А. Новиков, В. А. Рейтузов // Современная оптометрия. – 2008. – № 10(20). – С. 35-38.
2. Стафеев, С. К. Пять тысячелетий оптики: Средневековье. Том 3 / С. К. Стафеев, М. Г. Томилини. – 1-е, Новое. – Санкт-Петербург : Издательство Лань, 2015. – 448 с. – ISBN 978-5-8114-1877-0.
3. Бекк, Н. В. ПОДГОТОВКА объектов оптического дизайна : методическое пособие / Н. В. Бекк. – Новосибирск : Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств, 2018. – 52 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗА АНГЕЛА В ЖИВОПИСИ**

А.Е. Пономарева, А.В. Наволоцкая

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин) [ponomarevaarina124@gmail.com](mailto:ponomarevaarina124@gmail.com),  
[sibvernissage@gmail.com](mailto:sibvernissage@gmail.com)

*Выполненное исследование предлагает стилистический анализ изменения изображения образа ангела, представленного в виде хронологической выкладки. Были выделены ключевые особенности ангела в знаковых произведениях живописи, скульптуры и архитектуры. Сравнительный анализ позволил установить взаимосвязь визуальной подачи образа и его культурной и религиозной смысловой нагрузки.*

*Ключевые слова: ангел, живопись, барокко, храмовая роспись, Возрождение*

Образы и изображения ангелов частый сюжет в изобразительном искусстве. Так, например, кто из ангелов изображен на витраже одной из церквей Кёльна: первый ангел представлен в воинских доспехах с копьем в руке, второй с серпом, а третий – с ключом и чёртом на цепи. Даже специалисту трудно понять, что образы этих трёх ангелов восходят к Апокалипсису Иоанна и являются иллюстрацией определенных мест откровения (Откр. 14, 15 и 20,1) [1]. Исследование ставило задачу отследить что есть ангел, как в этимологическом смысле, так и в религиозном. Выявление того что именуется ангелом было первой задачей исследования, ведь необходимым для понимания

и чтения изображения является именно констатация и вычленение того, что должно быть изображено. Необходимость объяснения сюжетов и поиска этимологического значения ангела является очевидной для стороннего зрителя на сегодняшний день.

Предметом исследования является образ ангела, объектами – знаковые объекты культуры в границах исследования от V века до н. э. до XXI века н. э. Цель исследования – выявить, что есть ангел. Основной упор исследования сделан на христианскую культуру.

Рассвет изображения ангелов приходится на эпоху возрождения, когда влияние церкви стало меньше, что позволило художникам больше творчества в изображении.

Итогом исследования является следующее: изображения и использование образа ангела присутствует во многих культурах и религиях, в частности – древнего востока, иудаизма, ислама, этрусков [2]. В христианском искусстве имеется четкое разделение на сферы и функции ангела – первая сфера: серафим, херувим, престол; вторая сфера: господства, силы, власти; третья сфера: начала, ангелы, архангелы. Первая сфера наиболее приближена к богу и выполняет его поручения, тогда как третья сфера наиболее приближена к человеку и имеет более понятную физическую сущность.

На основании знаковых объектов художественной культуры строилось исследование изменения изображения по векам. Было проведено описательное исследование изображений, методом хронологического и сравнительного анализа были выведены ключевые стилистические особенности изображения. Итогом исследования по векам выведено следующее: для изображение ангела эпохи проторенессанса, XIV век, характерно единое высокодуховное лицо, тиражируемое множество раз из полотен разных художников. Ренессансный ангел, XIV век, характеризуется как музыкант, традиционно ангельские концерты, по которым можно изучать музыкальную культуру того времени. В период барокко, XVI век, самым частым изображением ангела стал путти – образ в виде младенца с витиеватыми пышными формами, так характерными для общего стиля. В живописи позднего барокко, XVII век, ангел приобретает чувственные черты, эмоции, лицо снова оживает. К эпохе классицизма, XIX век, изображение образа ангела стало практически очеловечено, фигуры вытянуты, тела людей с крыльями [3]. Символизм XX века вновь возвращает ангела к образу мистического создания, за гранью физического. Итоги исследования представлены в виде слайдов в графическом виде и табличном виде.

Данное исследование может быть полезно как для учебно-образовательного процесса творческих специальностей, так и для развития кругозора и понимания художественной культуры. Теоретическое значение – хронологическое описание изменения изображения образа ангела. Практическое применение – знание основных религиозных теории и градаций разделения и выполняемых функций небесных вестников дает более полное понимание образов и изображений ангела в культуре, живописи и архитектуре.

### **Список литературы**

1. Бенчев, И.К. Иконы ангелов. Образы небесных посланников. – Москва, 2005. – 249 с.
2. Дэвлет, Е.Г. Альтамира: У истоков искусства. – Москва: Алетея, 2004. – 277 с.
3. Музеи Мира. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://muzei-mira.com> (дата обращения: 03.09.2021)

## **РАЗРАБОТКА КОНЦЕПЦИИ ВИЗУАЛЬНОГО ОБРАЗА ОПЕРАЦИОННОГО СТОЛА ДЛЯ БНЗТ**

Попова Е.А., Бекк Н.В., Таубе М.В.,

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова, [dubkaterina0@gmail.com](mailto:dubkaterina0@gmail.com)

*Разработка инновационного медицинского оборудования для лечения онкологических заболеваний является актуальной темой на протяжении многих столетий. Актуальность обосновывается как постоянным ростом числа заболевших, так и постоянной необходимостью эффективного лечения, проведения новых исследований, разработкой более эффективных и комфортных методов терапии и нового оборудования для лечения.*

*Ключевые слова: онкологические заболевания, инновационные технологии, медицинское оборудование, БНЗТ, концепция, визуальная концепция.*

Начало XXI века можно охарактеризовать как — век экономики знаний, век новых идей, гипотез, век обновления всех сторон человеческого бытия, век инновационных технологий и инновационных программ. Одним из наиболее важных и обсуждаемых

элементов нашего общества является качество медицинского обслуживания, доступного пациентам. Несомненно, движущей силой качественного здравоохранения является не только имеющиеся знания, но и внедрение инновационных технологий и оборудования. Так, роль технологий в здравоохранении за последние 20 лет выросла в геометрической прогрессии.

Улучшенное лечение повышает качество жизни людей, страдающих заболеваниями. А лучшая медицина уже уничтожила страх перед некоторыми опасными для жизни болезнями прошлого. Однако не смотря на время стремительного развития в ногу с человечеством продолжают идти непосильные бедствия, с которыми отчаянно идет борьба.

Одной из таких глобальных проблем являются онкологические заболевания. Обеспокоенность ситуацией и повышенное внимание к онкологии обусловлены стабильным ростом заболеваемости во всем мире. Как утверждает Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ): «ожидается, что в ближайшие 20 лет число новых заболевших возрастет примерно на 70%»[3].

К решению данной проблемы в 1998 году присоединились ученые из Новосибирского института ядерной физики СО РАН. Так, к 2016 году был сформирован и успешно протестирован новый метод лечения онкологического заболевания. Новый метод получил название Бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) — это избирательное уничтожение клеток злокачественных опухолей путём накопления в них стабильного изотопа бор-10 и последующего облучения эпитепловыми нейтронами [2]. Данный метод предполагает целенаправленное уничтожение только раковых клеток без хирургического вмешательства. Таким образом, БНЗТ позволит лечить глиобластомы мозга, метастазы меланомы и ряд других злокачественных опухолей. На данный момент в мире существует всего три аналога БНЗТ: в Финляндии, Японии и Германии [1].

Для инновационного метода стояла задача разработать оборудование со своей спецификой. Специфика заключается в длительности сеанса БНЗТ, которая составляет около 1-2 часа, вместо 6-7 недель в случае стандартной терапии. В таком случае пациент располагается фиксировано на операционном столе в необходимом положении. Поскольку установка БНЗТ является принципиально новым оборудованием, современный рынок операционных столов не отвечает этим запросам. Важно учитывать, установка БНЗТ является статичной, а это значит, что положение пациента будет зависеть от мобильности операционного стола. Поэтому разработанный операционный стол

располагается на платформе, которая обеспечивает как вращение стола и платформы вокруг своей оси, так и регулирование высоты. Также операционный стол имеет функцию трансформации в кресло, что позволяет наиболее эффективно и комфортно проводить терапию не только на область головы, но и на различные части тела.

Визуальная концепция играет большую роль при разработке оборудования, поскольку напрямую влияет на восприятие пациента и медицинских работников. Так, концепция операционного стола заключается в создании современного, технологичного и стильного объекта. Цветовая гамма выбрана в светлых тонах, преимущественно в белых, поскольку именно белый цвет является привычным и общепринятым в медицинской сфере. Данный цвет включает в себя чистоту, непорочность, а также вызывает доверие. На подсознании мы воспринимаем белый как безопасность, несмотря на то, что белый, как и черный является нейтральным цветом. При взгляде на него не появляется ни размышлений, ни эмоций. Он с легкостью может привести индивида в себя, собраться с мыслями и помочь успокоиться. Если человек чувствует усталость или переутомление, то возможно отдохнуть в помещении с подобным спектром. Он подарит легкое отчуждение и гармонию.

Таким образом, главная задача концепции заключается в создании эффективного, комфортного и мобильного, легко подстраиваемым под определенные задачи оборудование, что упрощает эксплуатацию в работе. Визуальная концепция, в свою очередь, является важным звеном не только при проектировании медицинского оборудования, но и в восприятии его у пациентов и медицинских работников.

### **Список литературы**

1. Бор-нейтронозахватная терапия (БНЗТ) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.inp.nsk.su/nauka/issledovatelskaya-infrastruktura/nauchnye-ustanovki/bnzt>
2. Первая сибирская установка для терапии рака мозга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4769621>
3. Хабинов Б.С. Онкология XXI века. // Газета «Аха». - 2018. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://okagazeta.ru/articles/media/2018/3/30/onkologiya-bich-xxi-veka/>

## ДИЗАЙН МЕБЕЛИ КАБИНЕТА И КУХНИ ДЛЯ ВЫСТАВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА

В.П. Севрюк, Н.В. Бекк

Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств имени А.Д. Крячкова, E-mail: [vlada.sewryuk@yandex.ru](mailto:vlada.sewryuk@yandex.ru)

*В представленном материале, будут рассмотрены вопросы организации интерьера выставочного пространства, исследуются элементы дизайна современной мебели. Автор анализирует проблемы, существующие в образцах мебели для кухни и кабинета, производимых в России. Определяются комплексные требования для размещения мебели в мебельных салонах. Анализируются современные тенденции и тренды в дизайне интерьера. А также анализируется историческое преобразование русской мебели от крестьянской создававшейся мастерами-умельцами, до произведённой на современных мебельных фабриках.*

*Ключевые слова: мебель; дизайн мебели; выставочное пространство; интерьер; интерьер.*

Мебель — это совокупность передвижных или встроенных предметов обстановки интерьера, окружающих человека в повседневной жизни.

Специалисты рынка знают, что от впечатления, которое производит товар на покупателя при посещении магазина, зависит станет ли он и близкие его постоянными клиентами. Поэтому дизайн мебели для выставочного пространства должен сочетать в себе яркость для привлечения внимания потребителя и универсальность, чтобы покупатель мог купить товар и использовать его уже в своем интерьере.

Несомненно, красивый дизайн помогает продавать товары. Покупатели часто акцентируют внимание не только на технических характеристиках и свойствах товара, но и на его внешнем виде. Важно создать оригинальный дизайн мебели и практичную систему презентации товара. Помимо запоминающегося имиджа, выставочное пространство магазина создает комфортную атмосферу, необходимую для успешного взаимодействия с покупателем.

Актуальность изучения дизайна мебели для салона и его воздействия на покупателя очевидна, так как от этого напрямую зависит экономический успех производителя мебели.

Проследив историю мебели практически через человеческую цивилизацию, несложно заметить, что большинство современных



изделий имеют множество прототипов и аналогов из далекого прошлого. Особенностью сегодняшнего дня является то, что почти все население пользуется фабричной мебелью. Современные условия позволяют производить мебель на любой вкус, от исторических до постмодернистских стилей, а производители стараются удовлетворить самые разные вкусы покупателей. Поэтому для современной мебели характерно разнообразие дизайнерских направлений, подхватывающих многие исторические стили их стилизации или сочетания.

В большей степени русская мебель прошла в своем развитии те же исторически сложившиеся стили, что и мебель европейская. Но в русских предметах всегда присутствует большая самобытность, своеобразие в трактовке формы и отделки изделия, раскрывающее его национальный характер и менталитет.

Сходство технологий и материалов, используемых в разных странах, а также широкий торговый обмен мебели отчасти определяют ее стилистическую близость. Правда, с сохранением национальных традиций и культурных особенностей разных стран, которые проявляются в искусстве бытовых вещей, в том числе мебели. В связи с вышеизложенным мебель для дома целесообразно смотреть не по стране, а по направлению ее дизайна, от самой простой до самой сложной формы.

В современном интерьере пересматриваются традиционные представления о ритме, объеме, массе, масштабе и композиционном принципе проектирования мебели в связи с появлением новейших материалов, технологий и возрастающей ролью эстетических качеств в дизайне объектов.

Одним из основных факторов художественного проектирования мебели, помимо ее технологических и потребительских качеств, было формирование выразительного образа предмета дизайна как высшего продукта творчества.

Эти характеристики были учтены при разработке дизайна шкафов и кухонной мебели для выставочного пространства магазина в ТЦ «Калейдоскоп» в Новосибирске. После заполнения брифа, определения характеристик помещения и составления портрета потребителя был разработан дизайн-проект мебели, сочетающий в себе функциональность, надежность и эстетическую выразительность.

В разных семьях аспекты использования кухни и офиса могут быть разными, поэтому важно создавать как можно более универсальную мебель. Важно продумать сценарии использования этого пространства, чтобы потом не оказалось, что какая-то мебель не функциональна,

лишняя, а какой-то и вовсе не хватает. Также необходимо экономить место для удобного перемещения покупателей по магазину.

Для кухни был создан гарнитур прямого типа планировки с вынесением плиты и обеденной зоны на отдельно стоящий остров. Это позволило сделать кухню эргономичной как для покупателей, так и для дизайнеров магазина.

В зону кабинета были спроектированы: большой встроенный шкаф во всю стену (такое решение позволит создать правильную геометрию помещения, а также увеличит количество мест хранения образцов материалов), кресло и рабочий стол с потайными ящиками для чертежей и документов, диван и журнальный столик.

В качестве цвета мебели актуальная палитра содержит яркие и спокойные тона для уравновешенной атмосферы. Нежные, мягкие белые оттенки придают уют и прекрасно вписываются в любой традиционный или современный интерьер. Зеленый цвет с глубокими и богатыми нотами поможет добавить жизни и яркости, чтобы создать приятную атмосферу. Синий цвет оживляет пространство и прекрасно дополняет современный стиль. И все это будет дополнено натуральной текстурой массива дерева, что придаст уюта и экологичности мебельному комплекту. Такая яркая и разнообразная цветовая палитра сделает интерьер магазина более выразительным на фоне других, а также создаст более запоминающийся образ.

Таким образом, при проектировании мебели кабинета и кухни для выставочного пространства были учтены пожелания работников зала и потенциальных покупателей.

### **Список литературы**

1. Барташевич А.А., Мельников А.Г. Основы художественного конструирования.-М. “Высшая школа”, 1978.-36 с.
2. Кес Д., Стили мебели.– М.: « Издательство Академии Наук Венгрии”, 1981.-113 с.
3. Белов А.А., Янов В.В. Художественное конструирование мебели. – М.: « Лесная промышленность », 1985. – 160 с.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдуллаев А.А.	512	Боруш О.В.	78, 93
Агеев Д.М.	359	Ботвинков А.В.	157
Азарова А.С.	394	Боченков Б.М.	586
Акимова М.И.	273, 394, 448	Брескун И.М.	13
Аленин И.Э.	397	Бричеве С.А.	129
Альбекова А.Г.	70	Бугаков П.Ю.	5
Амброзова Г.Т.	332, 335	Бурило Н.А.	445
Аниброев В.И.	563, 567	Бурма А.А.	202
Анищенко А.С.	249	Бурманов С.А.	544, 547
Анопченко Л.Ю.	307	Бурнышева Т.В.	533
Анферов В.Н.	202	Бускин А.К.	31
Анциферова К.Е.	539	Быховец М.В.	67
Аргинбаев А.Р.	5, 499	Валов А.К.	206
Артёмов В.Р.	8	Вандышева В.А.	474
Артюшенко В.В.	46	Васильева А.И.	550
Астафьев А.А.	196	Верниковский М.А.	103
Астафьев М.В.	401	Власенко А.А.	374
Астахов Ю.В.	285	Власова Е.Л.	437
Асташова А.А.	402	Власова М.Л.	437
Бабенков А.А.	542	Водневская Е.А.	132
Банин И.А.	73	Войтов А.С.	348
Баранова В.К.	251	Войтов Р.В.	408
Басалаева А.А.	120	Воронцова Ю.В.	106
Басманов Д.А.	124	Выриков А.С.	314
Батаева А.П.	596	Гаврин И.С.	129
Башкиров Д.С.	542	Галахов В.С.	276
Бегей Е.Д.	405	Гарашук С.А.	477
Бегматов А.Х.	499	Гарифулина Д.Д.	345
Безбородова К.В.	435	Гемадиев Е.В.	480
Бекк Н.В.	608, 632, 635	Гладунов В.А.	136
Бельская А.В.	200	Глазков Д.В.	314, 329, 338
Берник Т.С.	357	Голдаева А.В.	253
Бжицких П.Ф.	363	Гольцова А.Н.	599
Бигеза И.П.	127	Гончаров Д.А.	16
Благодаров К.В.	11	Горбатенко Н.В.	501
Блок И.Н.	53	Горбачева Т.А.	440
Бобылева Е.Г.	367, 369	Горбунов В.В.	196
Бобылева И.В.	355	Гордиенко К.А.	255
Бобыльская В.А.	474	Горелов С.В.	75
Богданович С.В.	129	Горшенина М.В.	443
Бойко Е.Е.	73	Горшков Р.Я.	258
Бойко Ю.В.	307	Грехова П.Н.	297
Бондаренко Е.М.	136	Григорьева О.К.	85
Борисова К.Б.	310	Грубин А.А.	322
Борисова Т.А.	184	Грухин Ю.А.	324
Боровикова Н.В.	401, 419	Гуров П.В.	262
Бородин А.С.	345	Гусева Н.В.	70

Гусельникова Е.Н.	503	Кадникова Е.С.	145
Данько И.А.	18	Казакевич С.В.	211
Дашкова У.С.	410	Казакова Е.А.	276
Демидова Т.О.	445	Казакова Е.Е.	605
Дзюбина Т.П.	505	Казанов Л.Е.	279
Диденко А.С.	139	Калашникова А.С.	103
Долбня А.В.	142	Калиниченко Е.А.	103
Долин С.В.	49	Калиновский О.Н.	25
Донец А.Н.	265	Капустина С.А.	316
Донченко А.А.	268	Карасев С.В.	171
Достовалов Д.Н.	28	Карасёв С.В.	192
Дьячковский М.В.	503	Карасёва А.А.	127
Дятчина А.А.	480, 483	Кастерина Т.П.	153
Евсеев В.Л.	49	Кимаковский М.М.	365
Егоренко М.П.	365	Кириленко О.А.	608
Егоренко Н.И.	372	Климова Е.В.	142
Елизова Н.А.	22	Климова И.В.	108
Елисеева А.А.	350, 355	Климовец А.И.	611
Елистратов С.Л.	100	Ключникова Е.Ю.	514
Епланов А.В.	602	Ковалёв М.М.	190
Епланов Д.В.	602	Кожевников А.Н.	521
Ермоленко Т.В.	145	Кожевникова А.В.	357
Ерохин Г.П.	415	Кожемяченко А.С.	341
Ефремова А.А.	324	Кок А.А.	377
Жаров А.В.	495	Кокоева Е.С.	282
Желободько М.И.	448	Коколов А.А.	40
Жендарева Е.С.	200	Коларж. С.А.	180
Жигалин Д.В.	11	Колдунова И.Д.	56
Житина А.С.	208	Колесникова Д.И.	614
Жовтовский Л.И.	553	Колещатова Н.В.	111
Зайнагабдинов Д.А.	249	Колосова Е.С.	614
Закурдаев Д.А.	544	Колофидина А.А.	508
Зверев А.А.	539	Колягина А.Е.	60, 63
Звягина Е.А.	106	Комиссаров Н.П.	190
Золотарев Е.С.	148	Коновалов А.А.	483
Золотухин Д.Е.	271	Константинов Д.С.	380
Зубков В.В.	151	Корешкова Д.А.	319
Куликов И.М.	16	Корчун Ю.Б.	359
Ибрагимов Д.И.	335	Котин Д.А.	544, 591
Иванов А.Н.	293	Крапивко В.П.	75
Игнатова О.А.	480	Кудряшова Д.К.	157
Игнатиогин В.Ю.	222	Кузнецов А.О.	258, 279
Исаакян Р.В.	200	Кузьмина О.М.	158
Исаков А.Л.	287	Купницкая Т.А.	70
Истомин Н.А.	408	Курилов В.Н.	620
Ишмухаметова Е.А.	273	Лаврентьев В.Л.	497
Кавешников В.М.	571, 589	Ларина Т.В.	363, 372
Кагадий И.Н.	148	Ларнонов В.Б.	322

Левина О.В.	262	Никитина Е.И.	341
Леган М.А.	517, 526	Николаева Е.Д.	521
Лесникова Е.Е.	161	Николаева У.С.	620
Лесных Г.И.	410	Николаев В.Е.	180
Линовский С.В.	251, 268, 276	Никольский А.В.	291
Литвинов С.В.	255, 435, 463	Никулин А.В.	18
Литенко П.А.	214	Никулин Р.О.	539
Лихачев А.В.	501	Никулина А.С.	624
Лихачев В.В.	53	Новикова К.О.	524
Лихачев Е.Н.	432	Новоселов А.Н.	526
Лыткина Е.В.	477	Норбу Э.О.	220
Любимов С.В.	265	Нуждов С.К.	463
Люлькина Д.В.	413	Нутрихина Т.В.	206
Люфт Н.А.	291	Овчинникова Е.А.	380
Мазгалова А.В.	474	Одрузова К.В.	109
Мазилова Е.А.	451	Олегин И.П.	512, 524
Максименко Л.А.	397	Осипова А.В.	322
Максимов Д.С.	348	Охрянкин С.В.	31
Максимова А.А.	60	Павлов К.А.	563, 567
Малова Е.Д.	415	Панагушин П.О.	419
Манаев Н.С.	454	Панк Р.В.	158
Манякова П.Н.	556	Панкратова А.Р.	300
Мареев А.В.	305	Панкрац Ю.В.	560
Маслов И.Ю.	369	Панов А.С.	322
Маслов Н.А.	211, 214, 217, 225, 228, 235, 238, 243, 245	Панова А.Г.	222
Матренин П.В.	90	Параско Я.Б.	571
Матюшенко Е.Н.	310	Парко И.В.	350
Медведев К.А.	208	Пахомова М.А.	466
Мелентьев О.Г.	11, 16	Пель А.Н.	514, 529
Меринова П.Н.	297	Петров П.В.	359
Мещерякова Е.В.	410	Печенкина Е.Д.	627
Миллер В.О.	120	Пилипенко Д.И.	526
Минаева С.А.	285	Пирумова И.В.	106, 108
Минигалиев Н.Э.	560	Письменный Н.С.	293
Михайлова П.Е.	617	Пичейкин П.В.	497
Молотков И.В.	217	Пичкурова Н.С.	253, 271
Мосиенко Д.С.	517	Платонов И.В.	35
Мотык И.А.	78	Побызаков А.Р.	85
Наволоцкая А.В.	421, 428, 630	Поликанин А.Н.	374
Нагаев Е.И.	287	Пономарева А.Е.	421, 630
Налбандян А.В.	457	Попков Г.В.	387
Наперов В.В.	186	Попков М.А.	305
Нарайкина В.В.	460	Попова Е.А.	632
Неустроев А.Д.	82	Попова А.В.	114
Нечаев М.Г.	624	Попович О.В.	352
Нешто Э.В.	28	Почтаренко Р.А.	225
		Прибылов В.С.	483
		Приходченко Е.А.	151

Приходько В.С.	228	Смирнов Р.А.	387
Пугачева А.В.	164	Смолина О.О.	402, 440
Радионова З.В.	424	Смоляков М.А.	49
Ракшун Я.В.	505	Соболев Г.А.	238
Ратников И.И.	575	Солдатов А.Ю.	390
Рачева Е.А.	127	Солдатов Е.Ю.	390
Ращепкин А.А.	282	Соловьев Л.Ю.	302
Ребитва С.А.	310	Соловьёва А.Н.	488
Репенко В.Д.	40	Соловьёва О.Н.	297
Репенко П.Д.	44, 579	Солопова А.С.	63
Речицкий А.С.	231	Степанов А.Ю.	93
Речицкий С.В.	231	Степанова М.С.	326
Рогова Е.В.	341	Стороженко Г.И.	491
Рогожников Д.С.	44, 579	Строкань А.А.	184
Рогулина А.И.	324	Суеткина Е.О.	329
Родт С.А.	87	Тарасова Ю.И.	472
Романова С.А.	168	Таубе М.В.	605, 632, 614
Романовская А.Д.	486	Тесленко И.О.	175
Ромашев М.В.	495	Тимофеев Е.Н.	111, 240
Роммель А.С.	352	Титов Д.Н.	390
Рублев М.Г.	111, 114	Тихомирова Е.Е.	611
Русина А.Г.	82	Тихонов К.С.	472
Рябов И.А.	46	Толстов М.А.	243
Саакян Р.А.	190	Томшин В.М.	529
Самойлюк Т.А.	345	Трухина М.С.	332
Сандалова А.О.	469	Тютрина А.Ю.	547
Сваровский А.Г.	563, 567	Удалов А.А.	25
Свешникова Ю.С.	171	Уколова К.И.	332
Свяженин И.И.	235	Ухов К.Н.	367
Себешев В.Г.	291	Файзуллин Р.Р.	474
Севостьянов А.А.	240	Файзуллин К.А.	53, 67
Севостьянова О.Г.	164, 168	Федотов Б.В.	35
Севрюк В.П.	635	Федяев В.С.	75
Седова А.О.	345	Федянин В.Я.	87
Селедец О.Ю.	495	Фионов А.Н.	8, 377, 383
Семенченко О.А.	175	Фрибус А.А.	186
Семенчук А.С.	177	Фролов А.А.	56
Сергеев Н.Н.	90	Хакимов П.З.	335
Сергиевичев Л.Ю.	82	Халиман А.О.	97
Серикова В.А.	426	Хан Д.В.	374
Сибикина М.С.	488	Хлебникова Е.В.	352, 357
Сивицкий Д.А.	177	Ховрина А.Е.	428
Сизова А.В.	491	Ходжиков Д.	40
Симакова И.Л.	319	Хомяков Ю.В.	505
Скляров М.А.	517	Храмцов А.Б.	460, 466
Скориков В.С.	390	Целебровский Ю.В.	97
Скосырская Е.В.	383	Цыганков Д.А.	106
Смирнов А.В.	180	Цымерман К.А.	190

Цыплаков В.П.	363	Шарутина В.А.	196, 220
Чаплин И.В.	454	Швецова М.Д.	341
Челтенова А.А.	338	Шестериков Е.В.	25, 44, 579
Чередник А.Р.	486	Шоева Т.Е.	491
Черемшанова Д.А.	581	Штрайх А.Е.	521
Чехов Ю.А.	510	Шумилов Е.А.	372
Чеховский Л.О.	586	Шушнов М.С.	60, 63
Чечель М.В.	120	Щедренко С.Р.	533
Чипизубова Е.А.	357	Щекотько В.С.	591
Чирцов Д.Ю.	100	Юрданова П.Е.	192
Чистяков А.С.	300	Яковлева Е.А.	245
Чуприн М.И.	589	Янгальшев В.Р.	305
Чусовитина Ю.И.	114, 302		
Шаламова К.В.	118		
Шамец А.А.	432		

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СИБИРИ  
29 РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,  
ПОСВЯЩЕННАЯ ГОДУ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ**

**Часть 3  
Сборник научных трудов**

*Под редакцией Казьминой А.С.*

Подписано в печать 05.10.2022. Формат 60 × 84 1/16. Бумага офсетная.

Тираж 50 экз. Уч.-изд. л. 37,43. Печ. л. 40,25. Заказ № Р-01353.

Цена договорная

Отпечатано в типографии

Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20